VALTION MAATALOUSKOETOIMINNAN JULKAISUJA N:o 51

On the value of superphosphate, basic slag and Kotka phosphate. Results of field trials, 1927-1932.

SUPERFOSFAATIN, THOMASFOSFAATIN JA KOTKA-FOSFAATIN KÄYTTÖARVOSTA.

VERTAILEVIEN KENTTÄKOKEIDEN TULOKSIA VUOSILTA 1927–1932

PAULI TUORILA
MAATALOUSKOELAITOKSEN MAAN-VILJELYSKEMIAN JA -FYSIIKAN OSASTON JOHTAJA

ja

AARNE TAINIO
MAATALOUSKOELAITOKSEN MAAN-VILJELYSKEMIAN JA -FYSIIKAN OSASTON ENSIMMÄINEN ASSISTENTTI

German summary, pp. 65-9.

REFERAT:

ÜBER DEN WIRKUNGSWERT VON SUPERPHOSPHAT, THOMASMEHL UND KOTKAPHOSPHAT

ERGEBNISSE DER FELDVERSUCHE VON DEN JAHREN 1927—1932.

HELSINKI 1932

Helsinki 1932. Valtioneuvoston kirjapaino.

Sisällysluettelo.

Alkulause.

Sen johdosta, että Suomessa on tähän mennessä julkaistu verraten vähän eri fosfaattilannoitteiden vertailevien kokeiden tuloksia ja että varsinkin maanviljelijöille on erikoisen tärkeätä saada nopeasti tietoonsa uudet koetulokset, on meitä pyydetty laatimaan tämä julkaisu Suomessa viime vuosina suoritettujen fosfaattilannoitteiden vertailevien kokeiden tuloksista.

Tätä varten olemme saaneet käytettäväksemme paitsi kiinteiden koekenttien myöskin piirikoeasemien, paikalliskokeiden sekä koetoimintayhdistysten kokeiden tulokset. Piirikoeasemien johtajille, paikalliskokeiden tarkastajille sekä koetoimintayhdistysten liiton sihteerille lausumme tässä parhaimmat kiitoksemme siitä avusta, jota olemme heiltä saaneet koetulosten selvittelyssä.

Tikkurila, kesäk. 1932.

Tekijät.

I. Koeaineisto ja sen käsittelyssä käytetyt menettelytavat.

Kaikkiaan olemme saaneet käytettäväksemme noin 320 kokeen tulokset. Suurin osa näistä on kuitenkin ollut sellaisia, että fosfaattilannoituksen antama sadonlisäys on ollut niin pieni kokeen virheisiin verrattuna, ettei kokeen perusteella voida tehdä minkäänlaisia johtopäätöksiä eri fosfaattilannoitteiden käyttöarvosta toisiinsa verrattuna. Tällaisten koetulosten mukaan ottaminen ei vastaa tarkoitustaan, jonka vuoksi olemme tässä julkaisussa esittäneet vain niiden kokeiden tuloksia, joista voidaan tehdä edes jonkinlaisia johtopäätöksiä eri fosfaattilannoitteiden käyttöarvosta.

Olemme kuitenkin koettaneet ottaa mukaan mahdollisimman monen kokeen tulokset, vaikkakin virheet eräissä tapauksissa saattavat olla melkoisen suuria. Tämän olemme tehneet siitä syystä, että useita kokeita käsittävien koeryhmien keskiarvoihin vaikuttavat yksityisten kokeiden virheet suhteellisesti vähän, kuten seuraavasta esityksestä selviää.

Kokeissa on ollut neljä kertausruutua. Kertausruutujen satojen keskiarvolle on laskettu n. s. keskiarvon keskivirhe. Kaikki tässä julkaisussa esitetyt virheet ovat keskiarvon keskivirheitä. Keskiarvon keskivirhe on laskettu seuraavasta kaavasta:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\Sigma\ (M - v)^2}{n\ (n - 1)}} \qquad (1)$$

jossa on m = keskiarvon keskivirhe

$\Sigma\ (M - v)^2$ = yksityisten lukujen ja niiden keskiarvon välisten erotusten neliöiden summa

n = kertausruutujen lukumäärä

Useissa tapauksissa on keskiarvon keskivirhe laskettu Peters'in lyhennetyn kaavan avulla:

$$m = \pm \frac{1.2533}{n \sqrt{(n - 1)}} \cdot \Sigma\, v \qquad (2)$$

jossa on m = keskiarvon keskivirhe

n = kertausruutujen lukumäärä

$\Sigma\, v$ = yksityisten lukujen ja niiden keskiarvon välisten erotusten summa (kaikki erotukset on otettu + merkkisinä).

Tämän yksinkertaistetun kaavan (2) olemme havainneet antavan meidän tarkoituksiamme varten aivan yhtä hyviä tuloksia kuin täydellisen kaavan (1).

Koeaineiston laajuuden vuoksi ei meillä ole ollut tilaisuutta paljon aikaa vievien virhetasoituslaskujen suorittamiseen, joiden avulla koevirheet olisivat tulleet ehkä tuntuvasti pienemmiksi.

Useita kokeita käsittävien ryhmien summia laskiessamme olemme käyttäneet seuraavaa kaavaa:

$$(M_1 \pm m_1) + (M_2 \pm m_2) + \text{———————————} + (M_p \pm m_p) =$$
$$(M_1 + M_2 + \text{———} + M_p) \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + \text{———} + m_p^2} \quad (3)$$

jossa M_1, M_2 ——— ja M_p ovat yksityisissä kokeissa saatuja lukuja sekä m_1, m_2 ——— ja m_p näiden lukujen keskivirheitä. Tämän kaavan (3) perusteella voidaan päätellä, että useita virheellisiä lukuja yhteenlaskettaessa kasvaa lukujen summa nopeammin kuin summan virhe, sillä virheet lasketaan yhteen neliöjuuren alla. Tästä seuraa, että virheellisten lukujen summan virhe on aina suhteellisesti pienempi kuin yksityisten lukujen virheet.

Useissa kokeissa eivät eri lannoitteissa annetut fosforihappomäärät ole olleet täydelleen toisiaan vastaavia. Eroitukset fosforihappomäärissä ovat vaihdelleet muutamia prosentteja. Tästä johtuu, etteivät kaikissa kokeissa eri fosfaattilannoitteilla saadut sadonlisäykset ole suorastaan toisiinsa verrattavissa. Tämän vuoksi olemme laskeneet sadonlisäyksen kaikissa kokeissa 10 fosforihappokiloa kohti ja verranneet keskenään vain näin laskettuja lukuja. Tämä on ollut ainoa mahdollinen menettelytapa luotettavan vertailuperustan saamiseksi. Sadonlisäykset olemme laskeneet sen laatuista fosforihappoa kohti, joka määrää lannoitteen käyttöarvon ja jonka mukaan lannoite on hinnoitettava. Lannoitteen käyttöarvoa ja hintaa määrääväksi fosforihapoksi on lannoitteiden tutkimista ja kauppaa koskevassa asetuksessa määritelty:

Superfosfaatissa veteenliukeneva fosforihappo (P_2O_5)
Thomasfosfaatissa sitronahappoon liukeneva fosforihappo (P_2O_5)
Kotkafosfaatissa sekä sitronahappoon liukeneva että sitronahappoon liukenematon fosforihappo (P_2O_5)

Olemme siis laskeneet lannoitteella saadun sadonlisäyksen superfosfaattia käytettäessä veteenliukenevaa fosforihappoa kohti, thomasfosfaattia käytettäessä sitronahappoon liukenevaa fosforihappoa kohti sekä kotkafosfaattia käytettäessä kokonaisfosforihappomäärää kohti. Koska lannoitteet hinnoitetaan samojen perusteiden mukaan, voidaan tässä julkaisussa esitettyjen eri lannoitteiden fosforihapon

vaikutuksien suhdelukujen sekä kulloinkin vallitsevien fosforihapon hintasuhteiden mukaan päätellä minkä lannoitteen käyttö kulloinkin on edullisinta. Kotkafosfaatti hinnoitetaan käytännössä sekä sitronahappoon liukenevan, että siihen liukenemattoman fosforihapon mukaan. Jotta voitaisiin verrata kotkafosfaatin käyttöarvoa eri hintasuhteiden vallitessa toisiin lannoitteisiin, on laskettava kotkafosfaatin kokonaisfosforihapon keskimääräinen hinta ja verrattava sitä niihin kotkafosfaatin kokonaisfosforihapon vaikutuksen suhdelukuihin, joita on esitetty tässä julkaisussa.

Jos siis olisi esim. laskettava minkä lannoitteen käyttö on edullisinta sadonlisäysten suhdelukujen ollessa sellaiset kuin keskim. happamilla suomailla (taulukko 27), siis superfosfaatin vesiliukoiselle fosforihapolle 100, thomasfosfaatin sitronahappoliukoiselle fosforihapolle 90 ja kotkafosfaatin kokonaisfosforihapolle 89 sekä hintojen ollessa superfosfaatin vesiliukoisen fosforihapon 3 mk 60 p., thomasfosfaatin sitronahappoliukoisen fosforihapon 3 mk 75 p. sekä kotkafosfaatin sitronahappoon liukenevan fosforihapon 3 mk 25 p. ja kotkafosfaatin sitronahappoon liukenemattoman 2 mk kilolta, menetellään seuraavasti:

Koska kotkafosfaatissa on 20 prosenttia sitronahappoon liukenevaa fosforihappoa ja 6 prosenttia sitronahappoon liukenematonta fosforihappoa, maksaa 100 kg kotkafosfaattia 3: 25 $\times$ 20 + 6 $\times$ 2: — = 77: —. 26 kg kotkafosfaatin kokonaisfosforihappoa maksaa 77 mk ja 1 kg kotkafosfaatin kokonaisfosforihappoa maksaa siis keskimäärin $\left(\frac{77}{26} =\right)$ 2 mk 96 p.

Eri lannoitteiden käytön kannattavuus näkyy nyt seuraavasta yhdistelmästä:

		suhdeluku
1 kg:llä	superfosf. vesiliukoista fosforihapp. (hinta 3: 60) saatu sadonlis.	100
1 »	thomasfosf. sitronahappoliuk. fosforihapp. (hinta 3: 75) saatu sadonlis.	90
1 »	kotkafosf. kokonais-fosforihapp. (hinta 2: 96) saatu sadonlis.	89
3: 60:llä	superfosf. vesiliukoista fosforihapp. saatu sadonlis.	100
»	thomasfosf. sitronahappoliuk. » » »	86
»	kotkafosf. kokonais- » » »	108

Tässä esimerkissä on siis samalla rahamäärällä saatu kotkafosfaattia käytettäessä 8 % enemmän (suhdeluku 108) ja thomasfosfaattia käytettäessä 14 % vähemmän (suhdeluku 86) sadonlisäystä kuin superfosfaattia käytettäessä (suhdeluku 100).

Niissä koeryhmissä, joissa sato on ollut useamman laatuista, esim. kevätviljakokeissa jyviä ja olkia, on sadonlisäykset laskettu rehuyksiköiksi ja eri lannoituksilla saatuja rehuyksikkösadonlisäyksiä on verrattu toisiinsa.

Suurin osa seuraavassa selostetuista kokeista on ollut 1 vuotisia, kuten näkyy allaolevasta yhdistelmästä:

1 vuotisten kokeiden lukumäärä	69
2 » » »	18
3 » » »	5
4 » » »	4
6 » » »	1

Yksivuotisten kokeiden tuloksia on selostettu tässä julkaisussa siitä syystä, että suurinta osaa näistä kokeistä ei enää ole jatkettu, ja kuitenkin on tahdottu ottaa huomioon nekin tulokset, joita näistä kokeista on saatu. Näissä kokeissa on nim. fosforihappolannoitus antanut niin suuria sadonlisäyksiä, että jo yhdenkin vuoden tuloksien perusteella on voitu tehdä eräitä johtopäätöksiä eri fosfaattilannoitteiden käyttöarvosta toisiinsa verraten. Tällaisten yksivuotisten koetulosten hyväksikäyttö on niin ollen mahdollista silloin kun maat ovat fosforihappoköyhiä ja fosforihapolla saadut sadonlisäykset suuria, kuten useimmiten on asianlaita Suomessa. Jos maassa ennestään on melkoisesti fosforihappoa, kuten usein ulkomailla, jäävät ensimmäisenä vuonna saadut sadonlisäykset niin pieniksi, ettei eri fosfaattilannoitteiden käyttöarvoa voida vertailla. Tällaisilta mailta on välttämättä saatava useampivuotisia koetuloksia. Mutta vaikka sadon lisäykset olisivat suuriakin ei yhden vuoden tuloksien perusteella saatuja eri lannoitteiden vaikutuksien suhdelukuja voitane sellaisenaan yleistää. Niinpä superfosfaatin ja thomasfosfaatin vertailevien kokeiden tulokset (taulukot 5 ja 6b) osoittavat, että yhden vuoden tuloksien perusteella laskettuja thomasfosfaatilla saatujen sadonlisäysten suhdelukuja on koroitettava noin 10—15 prosentilla, jos tahdotaan saada suhdelukuja, jotka ilmaisevat thomasfosfaatin vaikutuksen superfosfaattiin verattuna 2—3 vuotisissa kokeissa.

Yksityisissä kokeissa eri lannoitteiden vaikutus on vaihdellut paljon enemmän kuin lannoitteiden vaikutus keskimäärin eri vuosina. Tämän vuoksi ja koska käyttökelpoinen koeaineisto eräinä vuosina on ollut suhteellisesti pieni, ei koetuloksia ole käsitelty vuosittain vaan ainoastaan koeryhmittäin.

II. Superfosfaatin käyttöarvosta thomasfosfaattiin verrattuna.

1. Vertailevien kokeiden tulokset suomailta ja multamailta.

Taulukoissa 1 ja 2 (siv. 11—17) esitetään yksityiskohdittain suomaille ja multamaille järjestettyjen kokeiden tulokset ensimmäiseltä koevuodelta. Paremman yleiskatsauksen saantia varten esitetään näistä taulukoista lyhennetyt yhteenvedot taulukoissa 3 ja 4 (siv. 18–19). Taulukosta 3 näkyy miten superfosfaatti thomasfosfaattiin verrattuna on ensimmäisenä vuonna lisännyt heinäsatoa 35 eri kokeessa. Näissä kokeissa on, kun superfosfaatin fosforihapolla saatu sadonlisäys lasketaan = 100, thomasfosfaatin fosforihapolla saatu sadonlisäys vaihdellut 29 $\pm$ 66:sta 115 $\pm$ 19:ään pienempiä lannoitemääriä käytettäessä (30 tai 40 kg P_2O_5:ta ha:lle) sekä 23 $\pm$ 20:stä 141 $\pm$ 42:een suurempia lannoitemääriä käytettäessä (60 tai 80 kg P_2O_5:lla ha:lle). Kaikissa 35 kokeessa yhteensä on thomasfosfaatin sitronahappoliukoisella fosforihapolla saatu sadonlisäys ollut 67 $\pm$ 6 prosenttia — pienempiä lannoitemääriä käytettäessä — sekä 81 $\pm$ 5 prosenttia — suurempia lannoitemääriä käytettäessä — superfosfaatin vesiliukoisella fosforihapolla saadusta sadonlisäyksestä. Keskimääräisesti on siis superfosfaatin fosforihapolla ensimmäisenä vuonna saatu sadonlisäystä 19—33 prosenttia enemmän kuin thomaskuonan fosforihapolla.

Keskiarvosuhdeluvut superfosfaatin ja thomasfosfaatin fosforihapon välille voidaan laskea paitsi kaikissa kokeissa yhteensä saatujen sadonlisäysten summista myöskin keskiarvona eri kokeissa saaduista suhdeluvuista. Tämä viimemainittu keskiarvosuhdeluku ei suoranaisesti riipu sadonlisäysten suuruudesta, vaan tapausten jakaantumisesta, toisin sanoen siitä mitenkä monessa kokeessa ja missä määrin thomasfosfaatin vaikutus on ollut superfosfaatin vaikutusta pienempi tai suurempi. Nämä tällä tavalla lasketut thomasfosfaatilla saatujen sadonlisäysten suhdelukujen keskiarvot (superfosfaatilla saatu sadonlisäys = 100) ovat yllämainituissa 35 heinäkokeessa 66 $\pm$ 7 (pienempiä lannoitemääriä käytettäessä) sekä 81 $\pm$ 5

Taulukko 1. *Superfosfaatin ja thomasfosfaatin vertailevien kokeiden tulokset suomailta ja multamailta heinällä.*

Kokeen N:o	Kokeen järjestäjä	Koetila tai koetilan omistaja	Pitäjä	Koevuosi	Maalaji	Maan pH-luku
1	Pk.[1])	T. Heikkinen	Kärkölä	1928	Savettu mutaturve	5.33
2	Pk.	U. Salmela	Simo	1928	Saveamaton mutaturve ...	3.77
3	Pk.	H. Mäkinen	Jyväskylä mlk.	1928	Savettu sekaturve	4.99
4	Pk.	T. Ikkala	Alavus	1927	Mutaturve	5.14
5	Kk.[2])	J. Taberman	Uusikirkko Vpl.	1929	Savettu mutaturve	5.25
		»		1930		
6	Pk.	Metsäpirtin kunta	Metsäpirtti	1929	Multamaa	5.50
7	Pk.	M. Pulkkinen	Kuhmoniemi	1929	Hiekotettu mutaturve	4.60
8	Pk.	A. Kolari	Viitasaari	1929	Saveamaton sekaturve	5.22
9	Pk.	M. Tuusa	Muolaa	1929	Savettu mutaturve	6.00
		»		1930		
10	Pk.	M. Latomäki	Seinäjoki	1929	Saveamaton mutaturve ...	5.37
		»		1930		
11	Ky.[3])	J. Nieminen	Hyvinkää	1929	Mutaturve	—
12	Kk.	J. Koskelainen	Uusikirkko Vpl.	1930	Mutaturve	4.96
13	Kk.	O. Paananen	Pihtipudas	1930	Savettu mutaturve	3.20
14	Ky.	T. Patara	Sääksmäki	1930	Mutaturve	4.96
		»		1931		
15	Ky.	N. Palander	Lempäälä	1930	Savettu mutaturve	5.39
		»		1931		
16	Ky.	V. Gunnar	Kymi	1930	Savettu sekaturve	4.70
		»		1931		
17	Pk.	T. Seppälä	Valkeala	1930	Savettu mutaturve	4.76
		»		1931		
18	Pk.	M. Piirainen	Kuhmoniemi	1930	Hiekotettu mutaturve	—
19	Ky.	P. Forström	Lohja	1931	Multamaa	5.81
20	Ky.	I. Kantala	Sääksmäki	1931	Savettu mutaturve	5.55
21	Ky.	A. Nukari	Hauho	1931	Mutaturve	4.67
22	Ky.	V. Mässi	Hauho	1931	Mutaturve	5.00
23	Pk.	A. Tervonen	Kajaanin mlk.	1931	Savettu mutaturve	5.47
24	Pk.	A. Huotari	Sotkamo	1931	» »	4.75
25	Pk.	H. Kiviniemi	Kajaanin mlk.	1931	» »	4.72
26	Pk.	Velj. Korhonen	Sotkamo	1931	Hiekotettu »	5.43
27	Pk.	H. Rimpiläinen	Kajaanin mlk.	1931	Mutaturve	6.00
28	Ky.	T. E. Kalliokoski	Hauho	1931	»	5.25
29	Ky.	T. Rintala	Kauhajoki	1931	»	5.06
84	Pk.	F. Toivonen	Korpiselkä	1928	Hiekotettu mutaturve	4.54
85	Pk.	S. Leukkunen	Suojärvi	1930	Mutaturve	5.73
86	Pk.	E. Nokkala	Kärkölä	1931	Savettu mutaturve	5.21
87	Pk.	O. Hänninen	Rautalampi	1929	» »	5.34
		»		1930		
88	Pk.	O. Tommola	Valkeala	1929	Mutaturve	4.95
		»		1930		
		»		1931		
45	Ka.[4])	Pohjois-Savon Kasvinviljelyskoeasema	Maaninka	1929	Savettu mutaturve	5.42
				1930		
		—»—		1931		
		—»—		1932		

[1]) Pk. = Maanviljelys- ja talousseurojen välityksellä järjestetty paikalliskoe.
[2]) Kk. = Kiinteiden koekenttien kokeita.
[3]) Ky. = Koetoimintayhdistysten järjestämä koe.
[4]) Koeasemien kokeita.

(Jatk. seur. siv.

Taulukko 1.

Kokeen N:o	Koevuosi	Maan pH-luku	Koekasvi	Sadon laatu	Aluslannoitus kg ha:lle		Fosfaattilannoitus kg ha:lle				Sato kg ha:lta	
							Pienemmät määrät		Suuremmat määrät		Ilman lannoitusta	Aluslannoituksella
					sa [1])	ks [2])	sf [3])	tf [4])	sf [3])	tf [4])		
1	1928	5.33	Heinä III	Heinää	120	200	150	200	300	400	1 300±180	1 350±180
2	1928	3.77	» II	»	120	200	150	200	300	400	4 000±240	5 680± 80
3	1928	4.99	» I	»	120	200	150	200	300	400	3 950±330	4 750±620
4	1927	5.14	» I	»	150	200	112	134	224	268	4 950±580	5 900±250
5	1929	5.25	» III	»	120	200	150	200	300	400	5 400±260	6 750±320
	1930		» IV	»	—	—	—	—	—	—	2 500±100	3 350±100
6	1929	5.50	» II	»	120	200	150	200	300	400	5 350±110	5 750±110
7	1929	4.60	» V	»	120	200	150	200	300	400	2 550±130	3 300±140
8	1929	5.22	» I	»	120	200	150	200	300	400	3 550±260	4 050±190
9	1929	6.00	» III	»	120	200	150	200	300	400	3 700±190	5 100±340
	1930		» IV	»	—	—	—	—	—	—	3 250±110	3 300±230
10	1929	5.37	» I	»	—	200	150	200	300	400	8 300±290	8 850±250
	1930		» II	»	—	—	—	—	—	—	4 750±470	5 000±580
11	1929	—	» IV	»	150	250	250	375	400	600	2 850±140	4 450± 40
12	1930	4.96	» II	»	120	200	150	200	300	400	3 150±160	4 700±200
13	1930	3.20	» II	»	120	200	150	200	300	400	2 950±140	4 100±160
14	1930	4.96	» II	»	100	200	200	248	400	496	—	3 300±130
	1931		» III	»	—	—	—	—	—	—	—	4 450±230
15	1930	5.39	» II	»	100	200	200	248	400	496	—	6 650±150
	1931		» III	»	—	—	—	—	—	—	—	6 200±120
16	1930	4.70	» I	»	125	200	200	248	400	496	—	4 000±140
	1931		» II	»	—	—	—	—	—	—	—	4 800±110
17	1930	4.76	» II	»	120	200	150	200	300	400	2 250±190	2 850±200
	1931		» III	»	—	—	—	—	—	—	2 100±130	2 000±110
18	1930	—	» II	»	120	200	150	200	300	400	2 600±290	4 350±250
19	1931	5.81	» I	»	100	100	200	265	400	530	—	4 300±140
20	1931	5.55	» III	»	100	100	200	265	400	530	—	5 500± 90
21	1931	4.67	» I	»	100	200	200	265	400	530	—	4 900±100
22	1931	5.00	» III	»	100	200	200	250	400	500	—	3 000±230
23	1931	5.47	» IV	»	120	200	150	200	300	400	3 750±130	4 600±240
24	1931	4.75	» III	»	120	200	150	200	300	400	4 250±450	4 900±490
25	1931	4.72	» I	»	120	200	150	200	300	400	4 400±280	4 550±120
26	1931	5.43	» II	»	120	200	150	200	300	400	4 350±200	5 750±330
27	1931	6.00	» II	»	120	200	150	200	300	400	4 100±140	5 300±330
28	1931	5.25	» I	»	100	200	200	248	300	372	—	4 900±560
29	1931	5.06	» I	»	100	300	200	248	300	372	—	4 700±130
84	1928	4.54	» II	»	120	200	150	195	300	390	5 750±767	6 850±203
85	1930	5.73	» V	»	120	200	150	200	300	400	2 600±191	3 900±173
86	1931	5.21	» III	»	120	200	150	200	300	400	5 750± 91	6 550±117
87	1929	5.34	» I	»	120	200	150	200	300	400	4 450± 72	5 500± 65
	1930		» II	»	—	—	—	—	—	—	4 850±140	4 850±120
88	1929	4.95	» II	»	120	200	150	200	300	400	2 750±174	3 800±145
	1930		» III	»	—	—	—	—	—	—	2 100± 50	2 400± 0
	1931		» IV	»	—	—	—	—	—	—	1 600±145	1 700±253
45	1929	5.42	» II	»	100	200	200	260	400	520	6 770±267	7 120±221
	1930		» III	»	100	200	—	—	—	—	7 120±193	7 370±189
	1931		» IV	»	100	200	—	—	—	—	6 940±207	7 160±248
	1932		» V	»	100	200	—	—	—	—	4 774±180	4 998±199

[1]) sa = kalkkisalpietaria.
[2]) ks = 40 % kalisuolaa.
[3]) sf = superfosfaattia.
[4]) tf = thomasfosfaattia.

— *(Jatkoa.)*

Fosfaattilannoituksella saadut sadonlisäykset kg ha:lta				Fosfaattilannoituksella saadut sadonlisäykset (kg ha:lta) laskettuina 10 fosforihappokiloa kohti (superfosfaatin vesiliukoista ja thomasfosfaatin sitronahappoliukoista fosforih.)				Kokeen N:o
Pienemmillä määrillä		Suuremmilla määrillä		Pienemmillä määrillä		Suuremmilla määrillä		
superfosfaattia	thomasfosfaattia	superfosfaattia	thomasfosfaattia	superfosfaattia	thomasfosfaattia	superfosfaattia	thomasfosfaattia	
1 400±375	600±201	1 450±342	1 000±211	467±125	200± 67	242± 57	167± 35	1
1 000±216	900±216	1 100±216	1 000±179	333± 72	300± 72	183± 36	167± 29	2
—	—	3 050±677	3 550±688	—	—	508±113	592±115	3
—	—	1 100±375	800±320	—	—	246± 84	199± 79	4
1 550±366	750±512	1 950±388	1 150±399	517±122	250±171	325± 65	192± 67	5
400±164	450±214	750±197	650±141	133± 55	150± 71	125± 33	108± 23	
2 350±210	1 600±357	2 900±273	1 950±310	783± 70	533±119	483± 46	325± 52	6
450±161	400±220	650±178	400±157	150± 54	133± 73	108± 29	67± 29	7
1 450±255	600±298	1 550±276	550±199	483± 85	200± 99	258± 46	92± 33	8
—	—	1 200±389	1 050±474	—	—	200± 65	175± 79	9
—	—	350±305	600±247	—	—	58± 51	100± 41	
—	—	850±354	1 200±354	—	—	142± 59	200± 59	10
—		1 100±805	1 950±972	—	—	183±134	325±162	
300±108	250±127	1 000±146	850±127	60± 22	44± 23	125± 18	94± 14	11
500±215	450±209	—	—	167± 72	150± 69	—	—	12
500±256	300±248	550±168	750±175	167± 85	100± 83	92± 28	125± 29	13
2 250±239	1 700±411	2 650±256	1 750±264	563±59	457±110	331± 32	235± 35	14
1 300±569	1 350±470	2 200±514	1 550±453	325±142	364±126	275± 64	208± 61	
—	—	950±192	550±234	—	—	119± 24	74± 31	15
—	—	1 250±139	1 250±156	—	—	156± 17	168± 21	
700±166	500±238	800±331	600±278	175± 42	134± 64	100± 41	81± 37	16
450±301	300±396	800±163	650±292	113± 75	81±106	100± 20	87± 39	
1 050±320	450±224	1 500±336	350±297	350±107	150± 75	250± 56	58±50	17
1 300±493	900±310	1 850±282	1 250±282	433±164	300±103	308± 47	208± 47	
—	—	1 350±383	1 150±133	—	—	225± 64	192± 56	18
800±184	500±220	800±417	650±244	200± 46	125± 55	100± 52	82± 31	19
1 350±135	1 000±192	1 500±266	1 400±108	338± 34	251± 48	188± 33	176± 13	20
600±189	400±180	700±172	650±206	150± 47	101± 45	88± 22	82± 26	21
2 000±305	1 300±255	2 550±312	1 750±298	500± 76	347± 68	319± 39	233± 40	22
—	—	2 850±416	2 800±475	—	—	475± 69	467± 79	23
—	—	2 150±774	2 750±871	—	—	358±129	458±145	24
2 650±361	3 050±495	3 000±384	2 850±592	883±120	1 013±165	500± 54	475± 99	25
750±354	600±335	1 100±363	750±354	250±118	200±112	183± 61	125± 59	26
—	—	1 000±518	900±367	—	—	167± 86	150±61	27
2 500±630	1 800±700	2 950±571	2 150±613	625±158	484±188	492± 95	385±110	28
550±153	400±158	800±170	700±177	138± 38	108± 42	133± 28	125± 32	29
1 200±211	550±354	2 200±454	550±439	400± 70	188±121	367± 76	94± 75	84
—	—	500±194	600±219	—	—	83± 32	100± 37	85
1 000±296	300±173	1 550±186	1 050±231	333± 99	100± 57	258± 31	175± 39	86
—	—	600±159	550±297	—	—	100± 27	92± 49	87
—	—	150±170	50±200	—	—	25± 28	8± 33	
2 150±249	1 100±349	2 450±418	1 550±349	717± 83	367±116	408± 69	258± 58	88
950±240	850±420	1 200±650	1 300±190	317± 80	283±140	200±108	217± 32	
500±299	600±371	650±303	1 200±549	167± 99	200±124	108± 51	200± 92	
660±337	150±425	760±248	350±244	165± 84	48±109	95± 31	45± 31	45
460±316	680±229	780±228	860±238	115± 79	174± 58	98± 29	110± 30	
500±342	660±314	860±270	1 020±281	125± 85	169± 80	108± 34	130± 36	
336±283	542±238	708±255	1 066±237	84± 71	139± 61	89± 32	137± 30	

(suurempia lannoitemääriä käytettäessä) eli likipitäen samat kuin kaikissa kokeissa saatujen sadonlisäysten summista lasketut suhdeluvut (67 ± 6 ja 81 ± 5).

Tässä yhteydessä kiinnittyy huomio siihen, että eri kokeissa thomasfosfaatin ja superfosfaatin antamien sadonlisäysten suhdelukujen keskivirheet ovat varsin huomattavia, useissa kokeissa 30 prosenttia ja enemmänkin. Tämä ei johdu siitä, että kokeet olisivat huonosti järjestettyjä, vaan siitä, että sadonlisäykset ylipäänsä virheisiin verrattuna ovat pieniä. Lannoituskenttäkokeita pidetään yleensä jo varsin hyvin onnistuneina, jos tasoituslaskua käyttämättä lasketut keskivirheet ovat pienempiä kuin 5 % punnitusta sadosta.

Esim. kokeessa N:o 11 ovat sadot ja virheet olleet:

Lannoitus	KN	KNP_1 sup.	KNP_1 thom.	KNP_2 sup.	KNP_2 thom.
Sato kg ha:lta ..	4 450±40	4 750±100	4 700±121	5 450±140	5 300±121
Keskivirhe % sadosta	0.9	2.1	2.6	2.6	2.3

Virhe on tässä kokeessa ollut siis enintään 2.6 % punnitusta sadosta ja koetta on siis pidettävä hyvin onnistuneena. Fosforihappolannoituksella saadut sadonlisäykset ja niiden virheet tässä samassa kokeessa ovat:

Lannoitus.............	P_1 sup.	P_1 thom.	P_2 sup.	P_2 thom.
Sadonlisäys	300±108	250±127	1 000±146	850±127
Sadonlisäyksen virhe % sadonlisäyksestä ..	36	51	15	15

Sadonlisäyksen virhe voi olla siis yli 50 prosenttia sadonlisäyksestä siitä huolimatta, että koetta on pidettävä hyvin onnistuneena. Aikaisemmin julkaistuissa lannoitteiden vertailevien kokeiden tulosselostuksissa ei ylipäänsä ole esitetty suhdelukujen virheitä, jotka monastikin ovat saattaneet olla siksi suuria, ettei kokeiden perusteella olisi voinut tehdä varmoja johtopäätöksiä. Tämä mielestämme saattaa olla yhtenä syynä siihen, että eri julkaisuissa on voitu tulla aivan vastakkaisiinkin tuloksiin eri fosfaattilannoitteiden vaikutusarvosta.

Kuten edellä olevasta ilmenee voidaan yksityisten kokeiden tuloksien perusteella, mikäli ne eivät ole monivuotisia tai mikäli sadonlisäykset eivät ole suuria, ainoastaan harvoissa tapauksissa tehdä luotettavia johtopäätöksiä eri fosfaattilannoitteiden vaikutusarvosta. Useampien yksityiskokeiden antamien sadonlisäysten summat voivat antaa kuitenkin luotettavan vertailuperustan, sillä näiden summien virheet jäävät suhteellisesti pieniksi. Useita lukuja yhteenlasketta-

Taulukko 2. *Superfosfaatin ja thomasfosfaatin vertailevien kokeiden tulokset suomailta ja multamailta kevätviljalla, vihantarehulla ja heinällä.*

Kokeen N:o	Kokeen järjestäjä	Koetila tai koetilan omistaja	Pitäjä	Koevuosi	Maalaji	Maan pH-luku
30	Kk.	O. Kohkola	Ylitornio	1929	Hiekotettu mutaturve	5.31
32	Pk.	A. Syvähuoko	Kärkölä	1928	Mutaturve	—
33	Pk.	K. Hirvilammi	Ylistaro	1928	Saveamaton mutaturve ...	5.10
34	Pk.	J. Ylinen	Ylihärmä	1928	Mutaturve	4.68
35	Pk.	M. Karjalainen	Sotkamo	1929	Savettu mutaturve	4.92
38	Pk.	S. Lavonen	Säkkijärvi	1930	Sekaturve	4.72
		»		1931		
39	Pk.	Suomenniemen kunnantila	Suomenniemi	1930	Saveamaton sekaturve	4.84
		—»—		1931		
40	Pk.	H. Kiviniemi (Kajaanin koeasema)	Kajaanin mlk.	1930	Savettu mutaturve	5.25
41	Kk.	E. Pörhölä	Alatornio	1931	Saveamaton mutaturve ...	5.18
42	Pk.	A. Ijäs	Pyhäjärvi Vpl.	1931	» » ...	5.17
44	Ky.	N. Toivonen	Alavus	1930	» » ...	5.0
89	Pk.	A. Toppila	Alavus	1928	Mutaturve	—
90	Pk.	H. Kyllönen	Kuhmoniemi	1930	Hiekotettu mutaturve	5.70
91	Pk.	A. Rausku	Koivisto	1930	Sekaturve	4.58
		»		1931		
37	Kk.	V. Nikkanen	Uusikirkko	1930	Savettu mutaturve	4.25
		»		1931		
		»		1932		
92	Kk.	T. Salla	Kuolajärvi	1932	Hiekotettu mutaturve	4.89
31	Kk.	E. Tapio	Kuolajärvi	1929	» »	5.50
		»		1930		
		»		1931		
		»		1932		
93	Kk.	A. Särkelä	Kuolajärvi	1930	Hiekotettu mutaturve	4.19
		»		1931		
		»		1932		
94	Kk.	J. Tuomainen	Kuolajärvi	1930	Hiekotettu mutaturve	4.46
		»		1931		
		»		1932		
36	Kk.	K. Lyytinen	Pihtipudas	1929	Mutaturve	4.69
		»		1930		
		»		1931		
		»		1932		
43	Ka.	Pohjois-Pohjanmaan Kasvinviljelyskoeasema	Revonlahti	1927	Savettu mutaturve	5.10
		»		1928		
		»		1929		
		»		1930		
		»		1931		
		»		1932		

(Jatk. seur. siv.)

Taulukko 2.

Kokeen N:o	Koevuosi	Maan pH-luku	Koekasvi	Sadon laatu	Aluslannoitus kg ha:lle sa [1]	Aluslannoitus kg ha:lle ks [2]	Fosfaattilannoitus kg ha:lle Pienemmät määrät sf [3]	Pienemmät määrät tf [4]	Suuremmat määrät sf [3]	Suuremmat määrät tf [4]	Sato kg ha:lta Ilman lannoitusta	Sato kg ha:lta Aluslannoituksella
30	1929	5.31	Vihantarehu	Vihantarehua[5]	120	200	150	200	300	400	2 150±280	4 200±180
32	1928	—	Kaura	Jyviä	120	200	150	200	300	400	2 840± 20	2 640±150
				Olkia							3 950±135	4 400±135
33	1928	5.10	Vihantarehu	Vihantarehua	120	200	150	200	300	400	5 650±870	6 950±400
34	1928	4.68	Kaura	Jyviä	120	200	150	200	300	400	4 510± 80	4 840±0
				Olkia							4 700±200	5 000± 98
35	1929	4.92	Kaura	Jyviä+ olkia	120	200	150	200	300	400	2 000±290	2 300±360
38	1930	4.72	Kaura	Jyviä	120	200	150	200	300	400	1 510± 80	1 810±110
				Olkia							1 350± 20	1 650±100
	1931		Heinä I	Heinää	—	—	—	—	—	—	2 020±172	2 510±208
39	1930	4.84	Kaura	Jyviä	150	200	150	200	300	400	1 740± 50	2 230±110
				Olkia							1 850± 90	2 450± 81
	1931		Heinä I	Heinää	—	—	—	—	—	—	3 350±150	3 440±226
40	1930	5.25	Vihantarehu	Vihantarehua	120	200	150	200	300	400	2 200±160	2 200±140
41	1931	5.18	Kaura	Vihantarehua	100	200	200	260	400	520	1 700±160	2 600± 90
42	1931	5.17	Kaura	Jyviä	120	200	150	200	300	400	540±120	630± 50
				Olkia							800± 29	750± 86
44	1930	5.0	Kaura	Jyviä	150	200	—	—	300	400	—	1 830±100
				Olkia							—	2 050±252
89	1928	—	Kaura	Jyviä	120	150	—	—	300	400	1 040± 90	1 200± 70
				Olkia							3 700±190	5 450±160
90	1930	5.70	Vihantarehu	Vihantarehua	120	200	150	200	300	400	2 600±362	3 200±507
91	1930	4.58	Kaura	Jyviä	120	200	150	200	300	400	900± 40	2 030± 60
				Olkia							1 100± 64	2 500±127
	1931		Heinä I	Heinää	—	—	—	—	—	—	1 130±410	1 900±217
37	1930	4.25	Kaura	Jyviä	120	200	150	200	300	400	1 330±150	1 950±100
				Olkia							1 150±135	1 800±126
	1931		Heinä I	Heinää	—	—	—	—	—	—	2 050±200	2 250±180
	1932		Heinä II	Heinää	120	200	—	—	—	—	1 400±167	1 800±167
92	1932	4.89	Kaura	Vih. kauraa	200	200	200	260	400	520	300± 43	560± 89
31	1929	5.50	Vihantarehu	Vihantarehua	120	200	150	200	300	400	1 650±270	3 150±380
	1930		Heinä I	Heinää	120	200	—	—	—	—	250±180	1 600±380
	1931		Heinä II	Heinää	120	200	—	—	—	—	700±260	1 200±180
	1932		Heinä III	Heinää	200	200	—	—	—	—	700±116	960±186
93	1930	4.19	Kaura	Jyviä	120	200	150	200	300	400	1 020± 80	1 170±100
				Olkia							2 250±109	2 850±118
	1931		Heinä I	Heinää	120	200	—	—	—	—	1 650± 50	2 100± 30
	1932		Heinä II	Heinää	200	200	—	—	—	—	1 970±145	2 520± 94
94	1930	4.46	Kaura	Vihantarehua	120	200	150	200	300	400	2 800±490	4 450±620
	1931		Heinä I	Heinää	120	200	—	—	—	—	4 750±880	6 200±800
	1932		Heinä II	Heinää	200	200	—	—	—	—	700±290	1 440±573
36	1929	4.69	Kaura	Jyviä	100	200	200	260	400	520	1 180±200	1 400±120
				Olkia							2 200±297	2 200±314
	1930		Heinä I	Heinää	100	200	—	—	—	—	3 500±240	4 100±130
	1931		Heinä II	Heinää	100	200	200	260	400	520	2 550±130	2 950±220
	1932		Heinä III	Heinää	100	200	—	—	—	—	1 460±246	1 860±391
43	1927	5.10	Kaura	Laskettu rehuyksiköissä	50	200	143	190	286	380	—	1 620± 20
	1928		Heinä I		50	200	143	190	286	380	—	1 470± 60
	1929		Heinä II	—»—	50	200	143	190	286	380	—	870± 60
	1930		Heinä III	—»—	50	200	—	—	—	—	—	1 340± 50
	1931		Heinä IV	—»—	50	200	143	190	286	380	—	1 020± 50
	1932		Kaura	—»—	100	200	143	190	286	380	—	1 460± 46

[1]) sa = kalkkisalpietaria. [2]) ks = 40 % kalisuolaa. [3]) sf = superfosfaattia. [4]) tf = thomas-

— *(Jatkoa.)*

Fosfaattilannoituksella saadut sadonlisäykset kg ha:lta				Fosfaattilannoituksella saadut sadonlisäykset (kg ha:lta) laskettuina 10 fosforihappokiloa kohti (superfosfaatin vesiliukoista ja thomasfosfaatin sitronahappoliukoista fosforih.)				Kokeen N:o
Pienemmillä määrillä		Suuremmilla määrillä		Pienemmillä määrillä		Suuremmilla määrillä		
superfosfaattia	thomasfosfaattia	superfosfaattia	thomasfosfaattia	superfosfaattia	thomasfosfaattia	superfosfaattia	thomasfosfaattia	
—	—	1 200±222	800± 342	—	—	200± 36	133± 57	30
520±155	450±158	590±161	670± 151	173± 52	150± 53	98± 27	111± 25	32
900±208	460±188	1 100±161	1 150± 176	300± 69	153± 63	183± 27	191± 29	
—	—	1 400±500	1 300± 427	—	—	233± 83	217± 61	33
660± 10	730± 80	940± 60	940± 120	220± 10	243± 27	157± 10	157± 20	34
−50±100	−100±120	300±110	400± 120	−17± 33	−33± 40	50± 28	67± 20	
3 700±502	3 350±649	4 600±682	4 400± 743	1 233±167	1 117±216	767±117	733±124	35
1 230±114	850±149	1 680±149	1 370± 121	410± 37	283± 49	280± 28	228± 20	38
500±104	350±154	800±117	500± 106	167± 33	117± 51	133± 19	83± 18	
40±234	130±298	410±241	570± 294	13± 78	43± 99	68± 80	95± 49	
430±121	310±142	390±178	460± 142	143± 40	103± 44	65± 29	77± 24	39
300±172	150±106	200±157	400± 230	100± 57	50± 35	37± 26	67± 28	
710±276	690±354	620±226	1 210± 236	237± 92	230±118	103± 38	202± 39	
2 300±325	1 800±353	2 600±273	2 150± 264	767±108	600±118	433± 45	358± 44	40
1 750±142	2 350±158	1 500±166	1 800± 142	438± 36	600± 40	188± 21	225± 18	41
1 670±177	1 690±158	2 660±245	1 950± 324	557± 59	563± 53	445± 41	325± 54	42
2 300±270	1 600±158	2 500±325	2 050± 210	766± 90	533± 53	417± 54	342± 35	
—	—	550±135	600± 206	—	—	91± 22	100± 34	44
—	—	300±260	350± 270	—	—	50± 45	58± 45	
—	—	740±122	640± 81	—	—	123± 20	107± 14	89
—	—	3 700±368	2 550± 306	—	—	617± 61	425± 51	
1 650±603	900±680	2 750±717	2 400± 680	550±201	300±227	458±119	400±113	90
—	—	20± 85	140± 67	—	—	3± 14	23± 11	91
250±216	500±298	250±204	500± 159	—	—	42± 34	83± 27	
1 080±238	1 380±234	1 510±304	1 680± 321	360± 79	460± 78	252± 51	280± 53	
530±197	580±156	550±141	680± 122	177± 66	193± 52	92± 24	113± 20	37
1 050±275	1 250±200	1 350±251	1 200± 243	350± 92	417± 67	225± 42	200± 41	
550±206	650±254	1 100±254	1 000± 211	183± 69	217± 85	183± 42	167± 35	
850±246	1 150±234	1 600±242	2 000± 279	283± 82	383± 78	267± 40	333± 48	
6 640±465	4 610±557	7 180±579	4 970± 366	1 660±116	1 181±143	898± 72	637± 47	92
5 700±496	1 300±656	6 900±510	1 950± 656	1 900±167	433±219	1 150± 85	325±109	31
1 800±425	1 050±684	1 900±496	1 100± 490	600±142	350±228	317± 83	183± 82	
1 900±262	750±752	2 700±308	550± 483	633± 87	250±251	450± 51	92± 81	
80±263	220±387	960±556	130± 286	27± 88	73±129	160± 93	22± 48	
230±128	150±128	310±141	410± 298	77± 43	50± 43	52± 24	68± 49	93
550±180	600±518	1 050±304	650± 451	183± 60	200±173	175± 51	108± 75	
200± 50	200±114	550± 95	300± 232	67± 17	67± 38	92± 16	50± 39	
180±144	500±128	950±353	380± 277	60± 48	167± 43	158± 59	63± 46	
2 900±631	500±760	2 950±701	1 500±1 004	967±210	167±253	492±117	250±167	94
400±881	800±845	400±939	150±1 043	133±294	267±282	67±157	25±178	
1 310±774	160±648	1 300±809	410± 850	437±258	53±216	217±135	68±141	
1 580±351	1 880±225	2 400±266	2 380± 398	395± 88	482± 58	300± 33	303± 51	36
2 600±760	2 050±388	2 900±534	3 400± 700	650±190	526± 99	363± 67	433± 89	
550±354	1 200±158	1 300±336	2 200± 383	138± 89	308± 41	163± 42	282± 49	
2 900±284	2 400±228	3 300±231	3 150± 284	725± 71	615± 59	413± 29	404± 36	
1 340±487	1 500±495	2 160±455	2 700± 491	335±122	385±127	270± 57	346± 63	
260± 63	190±122	220± 45	200± 54	87± 21	63± 41	37± 7	33± 9	43
450±152	650±152	730±143	920± 117	150± 51	217± 51	122± 24	153± 19	
420± 78	470± 67	590±143	580± 108	140± 26	157± 22	98± 24	97± 18	
260± 78	480± 86	400± 94	870± 78	87± 26	160± 29	67± 16	145± 13	
270± 71	480± 64	360± 78	730± 51	90± 24	160± 21	60± 13	122± 9	
607± 61	631±106	712±132	772± 98	202± 20	210± 35	119± 22	129± 16	

fosfaattia. [5]) ilmakuivaa.

Taulukko 3. *Yhteenveto superfosfaatin ja thomasfosfaatin vertailevien kokeiden ensimmäisen vuoden tuloksista suomailta ja multamailta heinällä (vert. taulukko 1).*

Kokeen N:o	Maan pH-luku	10 kg:lla fosforihappoa saadut heinäsadonlisäykset kg ha:lta — Pienemmillä määrillä: superfosfaattia	Pienemmillä määrillä: thomasfosfaattia	Suuremmilla määrillä: superfosfaattia	Suuremmilla määrillä: thomasfosfaattia	Thomasfosfaatilla saatu sadonlisäys prosenttia superfosfaatilla saadusta sadonlisäyksestä — Pienemmillä määrillä	Suuremmilla määrillä
1	5.33	467±125	200± 67	242± 57	167± 35	43±14	69±14
2	3.77	333± 72	300± 72	183± 36	167± 29	90±22	91±16
3	4.99	—	—	508±113	592±115	—	117±23
4	5.14	—	—	246± 84	199± 79	—	81±32
5	5.25	517±122	250±171	325± 65	192± 67	48±33	59±21
6	5.50	783± 70	533±119	483± 46	325± 52	68±15	66±11
7	4.60	150± 54	133± 73	108± 29	67± 29	89±49	62±27
8	5.22	483± 85	200± 90	258± 46	92± 33	41±19	36±13
9	6.0	—	—	200± 65	175± 79	—	88±39
10	5.37	—	—	142± 59	200± 59	—	141±42
11	—	60± 22	44± 23	125± 18	94± 14	73±38	75±11
12	4.96	167± 72	150± 69	—	—	90±41	—
13	3.20	167± 87	100± 83	92± 28	125± 29	60±50	136±32
14	4.96	563± 59	457±110	331± 32	235± 35	81±20	71±11
15	5.39	—	—	119± 24	74± 31	—	62±26
16	4.70	175± 42	134± 64	100± 41	81± 37	77±37	81±37
17	4.76	350±107	150± 75	250± 56	58± 50	43±21	23±20
18	—	—	—	225± 64	192± 56	—	85±25
19	5.81	200± 46	125± 55	100± 52	82± 31	63±23	82±31
20	5.55	338± 34	251± 48	188± 33	176± 13	74±14	94± 7
21	4.67	150± 47	101± 45	88± 22	82± 26	67±30	93±30
22	5.00	500± 76	347± 68	319± 39	233± 40	69±14	73±13
23	5.47	—	—	475± 69	467± 79	—	98±18
24	4.75	—	—	358±129	458±145	—	128±40
25	4.72	883±120	1 013±165	500± 54	475± 99	115±19	95±20
26	5.43	250±118	200±112	183± 61	125± 59	80±45	68±32
27	6.00	—	—	167± 86	150± 61	—	90±37
28	5.25	625±158	484±188	492± 95	385±110	77±30	78±22
29	5.06	138± 38	108± 42	133± 28	125± 32	78±31	94±24
84	4.54	400± 70	188±121	367± 76	94± 75	47±30	28±22
85	5.73	—	—	83± 32	100± 37	—	120±44
86	5.21	333± 99	100± 57	258± 31	175± 39	30±17	68±15
87	5.34	—	—	100± 27	92± 49	—	92±49
88	4.95	717± 83	367±116	408± 69	258± 58	51±16	64±14
45	5.42	165± 84	48±109	95± 31	45± 31	29±66	47±32
Yhteensä		8 914±409	5 983±482	8 251±344	6 657±356	67± 6	81± 5
Thomasfosfaatilla saatujen sadonlisäysten suhdelukujen keskiarvo (superfosfaatti = 100)						66± 7	81± 5

essa kasvaa nimittäin lukujen summa nopeammin kuin tämän summan virhe (vertaa kaavaa siv. 7).

Yhteenveto kevätviljalle, vihantarehulle ja kauralle järjestettyjen 21 vertailevan kokeen ensimmäisen vuoden tuloksista näkyy taulukosta 4.

Taulukko 4. *Yhteenveto superfosfaatin ja thomasfosfaatin vertailevien kokeiden ensimmäisen vuoden tuloksista suomailta ja multamailta kevätviljalla ja vihantarehulla (vert. taulukko 2).*

Kokeen N:o	Maan pH-luku	10 kg:lla fosforihappoa saadut sadonlisäykset rehuyksikköjä ha:lta				Thomasfosfaatilla saatu sadonlisäys prosenttia superfosfaatilla saadusta sadonlisäyksestä	
		Pienemmillä määrillä		Suuremmilla määrillä			
		superfosfaattia	thomasfosfaattia	superfosfaattia	thomasfosfaattia	Pienemmillä määrillä	Suuremmilla määrillä
30	5.31	—	—	80± 14	53± 23	—	66±29
31	5.50	760± 66	173± 87	460± 34	130± 44	23±11	28±10
32	—	229± 46	163± 46	128± 25	140± 22	71±20	109±17
33	5.10	—	—	93± 33	87± 24	—	94±26
34	4.68	180± 11	195± 25	144± 9	148± 18	108±14	103±13
35	4.92	666± 90	604±117	414± 63	396± 67	91±18	96±16
36	4.69	491± 87	533± 54	341± 32	360± 49	108±11	106±14
37	4.25	236± 59	265± 45	133± 21	156± 21	112±19	117±15
38	4.72	384± 32	265± 43	266± 24	211± 18	69±11	79± 7
39	4.84	144± 36	99± 38	63± 25	81± 21	69±29	128±33
40	5.25	307± 43	240± 47	173± 18	143± 18	78±14	83±10
41	5.18	175± 14	240± 16	75± 8	90± 8	137± 9	120±11
42	5.17	656± 53	602± 46	475± 37	357± 46	92± 7	75±10
43	5.10	87± 21	63± 41	37± 7	33± 9	72±47	89±24
44	5.0	—	—	89± 21	97± 30	—	109±34
89	—	—	—	256± 23	195± 17	—	76± 7
90	—	204± 74	111± 84	170± 44	148± 42	54±41	87±25
91	4.58	—	—	14± 15	40± 11	—	(286±79)
92	4.89	616± 43	438± 53	332± 27	236± 17	71± 9	71± 5
93	4.19	110± 39	92± 56	87± 24	84± 45	84±51	97±52
94	4.46	358± 78	62± 94	182± 43	93± 62	17±26	51±34
Yhteensä		5 603±220	41 90±246	4 012±134	3 278±170	75± 5	82± 4
Thomasfosfaatilla saatujen sadonlisäysten suhdelukujen keskiarvo (superfosfaatti = 100)						78± 6	89± 5

Thomasfosfaatilla saatu sadonlisäys prosenteissa superfosfaatilla saadusta sadonlisäyksestä on vaihdellut 17 ± 26:sta 137 ± 9:ään pienempiä lannoitemääriä käytettäessä sekä 28 ± 10:stä 128 ± 33:een suurempia lannoitemääriä käytettäessä. Kaikissa 21 kokeessa yhteensä on thomasfosfaatin fosforihapolla saatu pienempiä lannoitemääriä käytettäessä (30 tai 40 kg P_2O_5:ttä ha:lle) 75 ± 5 ja suurempia lannoitemääriä käytettäessä 82 ± 4 prosenttia siitä sadonlisäyksestä, joka saatiin superfosfaatin fosforihapolla. Thomasfosfaatin vaikutus on siis ensimmäisenä vuonna jäänyt keskimäärin suhteellisesti heikommaksi kuin superfosfaatin kevätviljallakin, vaikkakaan ei aivan yhtä paljon kuin heinällä. (Heinällä olivat vastaavat keskiarvosuhdeluvut 67 ± 6 ja 81 ± 5). Useissa kevätviljakokeissa on thomasfosfaatin vaikutus ensimmäisenä vuonna ollut virherajoissa yhtä suuri tai ehkä hiukan suurempikin kuin super-

fosfaatin. Tästä johtuu, että eri kokeissa saatujen thomasfosfaatin ja superfosfaatin suhdelukujen keskiarvot ovat hiukan suurempia (78 ± 6 ja 89 ± 5) kuin kaikissa kokeissa yhteensä saaduista sadonlisäyksistä lasketut suhdeluvut (75 ± 5 ja 82 ± 4).

Yhteenveto 19 kaksivuotisen kokeen tuloksista näkyy taulukosta 5. Tässä taulukossa olevien kokeiden ensimmäisen vuoden tulokset on esitetty jo taulukoissa 1 ja 2, joista vastaavien koenumeroiden kohdalta on saatavissa yksityiskohtaiset tiedot koemaasta j. n. e. Näissä kaksivuotisissa kokeissa on määrätty ensimmäisenä vuonna annetun fosforihappolannoituksen jälkivaikutus toisena vuonna.[1]) Taulukosta 5 näkyy, että 19 kokeessa yhteensä ensimmäisenä vuonna thomasfosfaatin fosforihapolla saatu sadonlisäys on ollut pienempiä fosfaattilannoitemääriä käytettäessä 59 ± 5 ja suurempia fosfaattimääriä käytettäessä 92 ± 7 prosenttia superfosfaatin fosforihapolla saadusta sadonlisäyksestä. Thomasfosfaatin vaikutus on ollut siis vain noin $^3/_4$ superfosfaatin vaikutuksesta ensimmäisenä vuonna. Toisena vuotena on sekä superfosfaatin että thomasfosfaatin fosforihapolla saatu likipitäen yhtä suuri jälkivaikutus (suhdeluvut 107 ± 5 ja 108 ± 10). Kahtena vuotena on näissä 19 kokeessa yhteensä suurempia ja pienempiä lannoitemääriä käytettäessä thomasfosfaatin fosforihapolla saatu sadonlisäystä 98 ± 6 ja 72 ± 6 prosenttia superfosfaatin fosforihapolla saadusta sadonlisäyksestä. Thomasfosfaatin suhdeluku (superfosfaatti = 100) on niin ollen kasvanut ensimmäisen vuoden sadonlisäyksien perusteella lasketuista arvoista 59 ± 5:sta ja 92 ± 7:sta 72 ± 6:een ja 98 ± 6:een, kun on otettu huomioon toisena vuotena saatu lannoitteiden jälkivaikutus. On mahdollista, että thomasfosfaatin vaikutus superfosfaattiin verrattuna olisi ehkä vielä vähän parantunut, jos kokeissa olisi useampana vuonna peräkkäin seurattu lannoitusten jälkivaikutusta. Näiden 19 kaksivuotisen kokeen keskiarvoluvuista näkyy muuten selvästi, että suomaillakin superfosfaatti vaikuttaa paljon nopeammin kuin thomasfosfaatti. Kahtena vuotena yhteensä saaduista sadonlisäyksistä on superfosfaatti keskimäärin antanut jo ensimmäisenä vuotena 73 ± 4 prosenttia pienempiä lannoitemääriä sekä 62 ± 4 prosenttia suurempia lannoitemääriä käytettäessä. Vastaavat prosenttiluvut thomasfosfaatille ovat 60 ± 5 ja 58 ± 4.

Useampivuotisia koetuloksia on suomailta 8 kokeesta. Näiden tulokset näkyvät taulukoista 6 a ja 6 b. Taulukosta 6 b näkyy miten superfosfaatilla ja thomasfosfaatilla saatujen sadonlisäysten suhdeluvut muuttuvat kun kokeita jatketaan pidemmän aikaa.

[1]) paitsi kokeessa n:o 43, jossa lannoitus on uusittu 2. vuonna.

Taulukko 5. *Yhteenveto superfosfaatin ja thomasfosfaatin vertailevien kokeiden tuloksista kahdelta vuodelta suomailta ja multamailta.*

Kokeen N:o	Koemaan pH-luku	Vuosi	Koekasvi	Aluslannoituksella saatu sato rehuyksikköjä ha:lta	10 kg:lla fosforihappoa saadut sadonlisäykset, rehuyksikköjä ha:lta — Pienemmillä määrillä: superfosfaattia	Pienemmillä määrillä: thomasfosfaattia	Suuremmilla määrillä: superfosfaattia	Suuremmilla määrillä: thomasfosfaattia	Thomasfosfaatilla saatu sadonlisäys prosenttia superfosfaatilla saadusta sadonlisäyksestä — Pienemmillä määrillä	Suuremmilla määrillä
36	4.69	1929	Kaura	1 720±109	491± 87	531± 54	341± 32	360± 49	108±11	106±14
		1930	Heinä I	1 640± 52	55± 35	123± 16	65± 16	113± 19	224±29	174±29
		1929—30	Yhteensä	—	546± 94	654± 57	406± 36	473± 51	120±10	116±13
31	5.5	1929	Vih. rehu	1 260±152	760± 66	173± 87	460± 34	130± 44	23±11	28±10
		1930	Heinä I	640±152	240± 57	140± 91	127± 33	73± 33	58±38	58±26
		1929—30	Yhteensä	—	1 000± 87	313±126	587± 47	203± 55	31±13	35± 9
5	5.25	1929	Heinä III	2 700±128	207± 49	100± 68	130± 26	77± 27	48±33	59±21
		1930	» IV	1 340± 40	53± 22	60± 29	50± 13	43± 9	113±55	86±18
		1929—30	Yhteensä	—	260± 54	160± 74	180± 29	120± 28	62±28	67±16
37	4.25	1930	Kaura	2 080± 88	235± 59	265± 45	133± 21	144± 20	113±19	108±15
		1931	Heinä I	900± 71	73± 27	87± 34	73± 17	67± 14	119±47	92±19
		1930—31	Yhteensä	—	308± 65	352± 56	206± 25	211± 25	114±18	102±12
14	4.96	1930	Heinä II	1 320± 52	225± 24	183± 44	133± 13	94± 14	81±20	71±11
		1931	» III	1 780± 92	130± 57	145± 51	110± 26	83± 25	112±39	76±23
		1930—31	Yhteensä	—	355± 62	328± 74	243± 29	177± 29	92±21	73±12
15	5.39	1930	Heinä II	2 620± 60	35± 17	11± 21	47± 10	30± 13	31±60	64±23
		1931	» III	2 480± 48	50± 15	70± 18	63± 7	67± 8	140±36	116±13
		1930—31	Yhteensä	—	85± 23	81± 28	110± 12	97± 15	95±33	88±14
16	4.70	1930	Heinä I	1 600± 56	70± 17	54± 40	40± 17	32± 15	77±37	81±37
		1931	» II	1 920± 44	45± 30	32± 43	40± 8	35± 16	71±95	87±40
		1930—31	Yhteensä	—	115± 35	86± 59	80± 19	67± 22	75±51	84±28
17	5.75	1930	Heinä II	1 140± 80	140± 43	60± 30	100± 22	23± 20	43±21	23±20
		1931	» III	800± 44	187± 66	133± 41	130± 19	90± 19	71±22	69±15
		1930—31	Yhteensä	—	327± 79	193± 51	230± 29	113± 28	59±16	49±12
45	5.42	1929	Heinä II	2 840± 88	66± 34	19± 44	38± 12	18± 12	29±67	47±31
		1930	» III	2 950± 76	46± 32	70± 23	39± 11	44± 12	152±50	113±31
		1929—30	Yhteensä	—	112± 47	89± 50	77± 17	62± 17	79±44	81±22
43	5.10	1927	Kaura	1 620± 20	87± 21	63± 41	37± 7	33± 9	72±47	89±24
		1928	Heinä I	1 470± 60	150± 51	217± 51	122± 24	153± 19	145±34	125±16
		1927—28	Yhteensä	—	237± 55	280± 65	159± 25	186± 21	118±27	117±13
87	5.34	1929	Heinä I	2 200± 26	—	—	40± 11	37± 20	—	93±50
		1930	» II	1 940± 48	—	—	10± 11	3± 13	—	30±130
		1929—30	Yhteensä	—	—	—	50± 16	40± 24	—	80±48

(Jatk. seur. siv.)

Taulukko 5. *(Jatkoa.)*

Kokeen N:o	Koemaan pH-luku	Vuosi	Koekasvi	Aluslannoituksella saatu sato rehuyksikköjä ha:lta	10 kg:lla fosforihappoa saadut sadonlisäykset, rehuyksikköjä ha:lta — Pienemmillä määrillä: superfosfaattia	Pienemmillä määrillä: thomasfosfaattia	Suuremmilla määrillä: superfosfaattia	Suuremmilla määrillä: thomasfosfaattia	Thomasfosfaatilla saatu sadonlisäys prosenttia superfosfaatilla saadusta sadonlisäyksestä — Pienemmillä määrillä	Suuremmilla määrillä
88	4.95	1929	Heinä II	1 520± 58	286± 33	147± 46	163± 28	107± 23	51±16	66±14
		1930	» III	960± 0	127± 32	113± 56	80± 43	87± 13	89±44	109±16
		1929—30	Yhteensä	—	413± 46	260± 72	243± 51	194± 26	63±17	80±11
91	4.58	1930	Kaura	2 315± 59	—	—	14± 15	40± 11	—	286±79
		1931	Heinä I	760± 87	—	—	101± 20	112± 21	—	111±21
		1930—31	Yhteensä	—	—	—	115± 25	152± 24	—	132±21
9	6.0	1929	Heinä III	2 040±136	—	—	80± 26	70± 32	—	88±38
		1930	» IV	1 320± 92	—	—	23± 20	40± 16	—	174±70
		1929—30	Yhteensä	—	—	—	103± 33	110± 36	—	107±35
10	5.37	1929	Heinä I	3 540±100	—	—	57± 24	80± 24	—	140±42
		1930	» II	2 000±232	—	—	73± 54	130± 65	—	178±89
		1929—30	Yhteensä	—	—	—	130± 59	210± 69	—	161±53
38	4.72	1930	Kaura	1 923± 95	384± 32	265± 43	267± 24	211± 18	69± 11	79± 8
		1931	Heinä I	1 004± 83	5± 31	17± 40	27± 32	38± 20	340±800	140± 74
		1930—31	Yhteensä	—	389± 45	282± 59	294± 40	249± 27	72± 15	85± 9
39	4.84	1930	Kaura	2 470± 94	144± 36	99± 38	63± 25	81± 21	69± 26	128± 33
		1931	Heinä I	1 375± 90	95± 37	92± 47	41± 15	81± 16	97± 50	198± 39
		1930—31	Yhteensä	—	239± 52	191± 61	104± 29	162± 27	80± 26	156± 26
93	4.19	1930	Kaura	1 693± 88	110± 39	92± 56	87± 24	84± 45	84± 51	97± 52
		1931	Heinä I	840± 12	27± 7	27± 15	37± 6	20± 16	100± 56	54± 43
		1930—31	Yhteensä	—	137± 40	119± 58	124± 25	104± 48	87± 42	84± 39
94	4.46	1930	Kaura	1 650±230	358± 78	62± 94	182± 43	93± 62	17± 26	51± 34
		1931	Heinä I	2 480±320	53±118	107±113	27± 63	10± 71	202±214	37±262
		1930—31	Yhteensä	—	411±141	169±147	209± 76	103± 94	41± 36	49± 44
Kaikissa kokeissa yhteensä		Ensimmäisenä vuonna			3603±183	2122±181	1906±112	1756±125	59± 5	92± 7
		Toisena vuonna			1336±188	1430±201	1184±121	1286±123	107± 5	108± 10
		Yhteensä 2 vuonna			4939±263	3552±291	3090±164	3042±175	72± 6	98± 6

Viidessä kokeessa ovat nämä suhdeluvut pysyneet likipitäen yhtäsuurina (virherajat huomioonotettuna) koko kokeen ajan siis 1 koevuodesta aina 3 ja 4 koevuoteen asti. 3 kokeessa on thomasfosfaatin vaikutus superfosfaattiin verrattuna parantunut kun koetta on jatkettu pidemmän aikaa. Keskimääräisesti olivat sadonlisäysten suhdeluvut 8 kokeessa kolmena vuotena seuraavat:

	Thomasfosfaatin fosforihapolla saatu sadonlisäys (Superfosfaatti = 100) 1 vuotena	2 vuotena yhteensä	3 vuotena yhteensä
Pienemmillä lannoitemäärillä ..	57±7	71±8	73±7
Suuremmilla lannoitemäärillä ..	67±7	77±6	77±6

Keskimääräisesti on siis thomasfosfaatin vaikutus superfosfaattiin verrattuna hiukan parantunut kun on otettu huomioon lannoitteiden jälkivaikutus toisena ja kolmantena vuotena. Kolmena vuotena yhteensä saatujen sadonlisäysten keskimääräiset suhdeluvut eivät kuitenkaan ole thomasfosfaatille sen edullisempia kuin kahden vuoden suhdeluvutkaan. Tämä viittaa siihen, että jo 2 vuotistenkin kokeiden tuloksille on annettava suuri arvo.

Seuraavassa tarkastelemme yksityiskohtaisemmin eräiden monivuotisten kokeiden tuloksia.

Kokeissa 36 ja 37 Pihtiputaalla ja Uudellakirkolla Vpl. hyvin happamilla, lahonneilla mutasoilla (pH 4.69 ja 4.25) on thomasfosfaatin vaikutuksen suhdeluku ollut koko kokeen ajan ensimmäisestä vuodesta lähtien likipitäen sama ja ehkä hiukan parempi kuin superfosfaatin suhdeluku.

Koe 43 on järjestetty Pohjois-Pohjanmaan koeaseman mutasuolle (keskinkertaisen lahonnutta korte-saraturvetta), joka on savettu pohjasta nostetulla happamella alunasavella. Tässä 6 vuotta kestäneessä kokeessa on fosfaattilannoitus annettu kaikkina muina paitsi neljäntenä vuotena. Thomasfosfaatin vaikutus superfosfaattiin verrattuna on lisääntynyt tässä kokeessa aina viidenteen koevuoteen asti. Viitenä vuotena yhteensä on thomasfosfaatin fosforihapolla saatu sadonlisäystä 40 prosenttia enemmän kuin superfosfaatin fosforihapolla. Thomasfosfaatin paremmuus on tullut ilmeiseksi varsinkin 4. ja 5. koevuotena, jolloin koekasvina oli 3. ja 4. heinä. Kuudentena koevuotena kauralla sitävastoin oli superfosfaatin vaikutus virherajoissa sama kuin thomasfosfaatinkin. Thomasfosfaatin edullinen vaikutus superfosfaattiin verrattuna tässä kokeessa johtunee siitä, että savetukseen käytetyn alunasaven rauta- ja aluminiumsuolat ovat ilmeisesti muuttaneet superfosfaatin vesiliukoisen fosforihapon vaikealiukoiseen muotoon. Myöskin on mahdollista, että thomasfosfaattilannoitus on pienentänyt maan happamuutta ja sen vuoksi lisännyt satoa suhteellisesti enemmän, vaikkakaan itse turpeen happamuutta ei ole pidettävä erikoisen suurena.

Kokeissa 45 ja 88 suhteellisesti vähän happamilla suomailla (pH 5.42 ja 4.95) on thomasfosfaatin fosforihappo vaikuttanut hitaammin kuin superfosfaatin fosforihappo. Kun kokeita on jatkettu 3—4 vuotta on thomasfosfaatin jälkivaikutus kuitenkin ollut niin

suuri, että näiden vuosien kuluessa yhteensä on thomasfosfaatilla saatu likipitäen saman verran sadonlisäystä kuin superfosfaatillakin. Suhdelukujen mukaan näyttäisi thomasfosfaatin vaikutus suuresti parantuvan koevuosien kuluessa ensimmäiseen koevuoteen verrattuna. Tämä thomasfosfaatin vaikutuksen suhteellisesti suuri lisääntyminen on kuitenkin, jos koevirheet otetaan huomioon, vain näennäistä.

Kokeissa 31 ja 94 ei thomasfosfaatin fosforihapolla ole 3—4 koevuotena yhteensäkään saatu enempää kuin 30—40 prosenttia superfosfaatilla saadusta sadonlisäyksestä. Näissä kokeissa ovat koemaat olleet vähän lahonnutta turvetta (pH 5.50 ja 4.46), jolla fosforihappo on antanut hyvin suuria sadonlisäyksiä. Niinpä kokeessa 31 (pH 5.5) on 30:llä ja 60:llä kg:lla fosforihappoa saatu seuraavat sadonlisäykset:

	Superfosfaatilla		Thomasfosfaatilla	
	30 kg P_2O_5	60 kg P_2O_5	30 kg P_2O_5	60 kg P_2O_5
1 koevuonna kuivattua vihantarehua kg	5 700±496	6 900±510	1 300± 656	1 950±656
2—4 koevuonna jälkivaikutuksena yhteensä kuivattua heinää kg	3 780±566	5 560±806	2 020±1 090	1 780±750

Neljänä koevuonna yhteensä ovat kasvit ottaneet melkein kaiken superfosfaatissa annetun fosforihapon sekä myöskin melkoisen osan thomasfosfaatin fosforihaposta.

Nämä koetulokset osoittavat, että sellaisilla vähän lahonneilla suomailla, joilla on hyvin suuri puute fosforihaposta, superfosfaatti näyttää vaikuttavan tuntuvasti paremmin kuin thomasfosfaatti. Tällainen tulos on saavutettu m. m. happamella rahkasuollakin Suomen Suoviljelysyhdistyksen Leteensuon koeasemalla.

Kuudessa kolmivuotisessa kokeessa, joissa kahtena jälkimäisenä vuotena määrättiin ensimmäisenä vuotena annetun lannoituksen jälkivaikutus, saatiin yhteensä seuraavat sadonlisäykset (ry).

	Superfosfaatilla				Thomasfosfaatilla			
	30 kg P_2O_5		60 kg P_2O_5		30 kg P_2O_5		60 kg P_2O_5	
	ry	suhdeluku	ry	suhdeluku	ry	suhdeluku	ry	suhdeluku
1 vuonna.........	5 445	59	3 189	54	2 274	42	1 728	48
2 » yhteensä	7 143	78	4 338	73	3 906	73	2 631	71
3 » »	9 189	100	5 907	100	5 373	100	3 693	100

Näissä kokeissa on siis superfosfaatilla kolmena vuotena yhteensä saadusta sadonlisäyksestä ensimmäisenä vuonna saatu 54—59 prosenttia ja toisena 73—78 prosenttia. Vastaavat luvut thomasfosfaatille ovat 42—48 ja 71—73.

Taulukko 6 a. *Yhteenveto 3- ja useampivuotisten superfosfaatin ja thomasfosfaatin vertailevien kokeiden tuloksista suomailla.*

Kokeen N:o	pH-luku	Vuosi	Koekasvi	Aluslannoituksella saatu sato rehuyksikköjä ha:lta	Fosfaattilannoituksella aluslannoituksen ohella saadut sadonlisäykset 10 fosforihappokiloa kohti rehuyksikköjä ha:lta — Pienemmillä määrillä: superfosfaattia	Pienemmillä määrillä: thomasfosfaattia	Suuremmilla määrillä: superfosfaattia	Suuremmilla määrillä: thomasfosfaattia	Thomasfosfaatilla saatu sadonlisäys prosenttia superfosfaatilla saadusta sadonlisäyksestä — Pienemmillä määrillä	Suuremmilla määrillä
36	4.69	1929	Kaura	1 720±109	491± 87	531± 54	341±32	360± 49	108± 11	106 ± 14
		1930	Heinä I	1 640± 52	55± 35	123± 16	65±16	113± 19	224± 29	174 ± 29
		1931	» II	1 180± 88	290± 28	246± 24	165±12	162± 14	85± 20	98 ± 22
		1932	» III	744±156	134± 49	154± 51	108±23	138± 25	115± 38	128 ± 23
		Yhteensä 4 vuodessa			970±109	1 054± 80	679±44	773± 60	109± 8	114± 9
		» 3 »			836± 98	900± 61	571±38	635± 54	108± 7	111± 9
43	5.10	1927	Kaura	1 620± 20	87± 21	63± 41	37± 7	33± 9	72± 47	89± 24
		1928	Heinä I	1 470± 60	150± 51	217± 51	122±24	153± 19	145± 34	125± 16
		1929	» II	870± 60	140± 26	157± 22	98±24	97± 18	112± 16	99± 18
		1930	» III	1 340± 50	87± 26	160± 29	67±16	145± 13	184± 34	217± 19
		1931	» IV	1 020± 50	90± 24	160± 21	60±13	122± 9	178± 24	203± 14
		1932	Kaura	1 460± 46	202± 20	210± 35	119±22	129± 16	104± 17	108± 13
		Yhteensä 6 vuodessa			756± 73	967± 85	503±46	679± 36	128± 11	135± 7
		» 5 »			554± 70	757± 78	384±40	550± 32	137± 14	143± 9
		» 4 »			464± 66	597± 75	324±38	428± 31	128± 16	132± 10
		» 3 »			377± 61	437± 69	257±35	283± 28	116± 18	110 ± 11
45	5.42	1929	Heinä II	2 840± 88	66± 34	19± 44	38±12	18± 12	29± 67	47± 31
		1930	» III	2 950± 76	46± 32	70± 23	39±12	44± 12	152± 50	113± 31
		1931	» IV	2 860± 99	50± 34	68± 32	43±14	52± 14	136± 64	120± 32
		1932	» V	2 000± 80	34± 28	56± 24	36±13	55± 12	165± 71	153± 33
		Yhteensä 4 vuodessa			196± 64	213± 64	156±26	169± 25	109± 33	108± 16
		» 3 »			162± 58	157± 59	120±22	114± 22	97± 36	95± 18
37	4.25	1930	Kaura	2 080± 90	235± 60	265± 46	133±23	144± 20	113± 20	108± 15
		1931	Heinä I	900± 72	73± 28	87± 34	73±17	67± 14	119± 47	92± 19
		1932	» II	720± 67	113± 33	153± 31	107±16	133± 19	135± 27	124± 18
		Yhteensä 3 vuodessa			421± 74	505± 65	313±33	344± 31	120± 15	110± 10
88	4.95	1929	Heinä II	1 520± 58	286± 33	147± 46	163±28	107± 23	51± 16	67± 14
		1930	» III	960± 0	127± 32	113± 56	80±43	87± 13	89± 44	109± 16
		1931	» IV	680±101	67± 40	80± 50	43±20	80± 37	119± 74	186± 86
		Yhteensä 3 vuodessa			480± 43	340± 89	286±55	274± 45	71± 19	96± 16
93	4.19	1930	Kaura	1 693± 88	110± 39	92± 56	87±24	84± 45	84± 51	97± 52
		1931	Heinä I	840± 12	27± 7	27± 15	37± 6	20± 16	100± 56	54± 43
		1932	» II	1 010± 38	24± 19	67± 17	63±27	25± 18	279± 71	40± 29
		Yhteensä 3 vuodessa			161± 44	186± 60	187±37	129± 51	115± 37	69± 27
94	4.46	1930	Kaura	1 650±230	358± 78	62± 94	182±43	93± 62	17± 26	51± 34
		1931	Heinä I	2 480±320	53±118	107±113	27±63	10± 71	202±214	37±262
		1932	» II	577±229	175±103	21± 86	87±54	27± 56	12± 49	31± 64
		Yhteensä 3 vuodessa			586 ±175	190 ±170	296±93	130±110	32± 29	44± 37
31	5.50	1929	Vih. rehu	1 260±152	760± 66	173± 87	460±34	130± 44	23± 11	28± 10
		1930	Heinä I	640±152	240± 57	140± 91	127±33	73± 33	58± 38	58± 26
		1931	» II	480± 72	253± 35	100±100	180±20	37± 32	40± 40	21± 18
		1932	» III	384± 74	11± 35	29± 52	64±37	9± 19	264±470	14± 30
		Yhteensä 4 vuodessa			1 264±100	442±169	831±63	249± 66	35± 13	30± 8
		» 3 »			1 253± 94	413±161	767±51	240± 64	33± 13	31± 8

Taulukko 6 b. *Yhteenveto useampivuotisissa suomaille järjestetyissä superfosfaatin ja thomasfosfaatin vertailevissa kokeissa saaduista sadonlisäysten suhdeluvuista.*

Kokeen N:o	Maalaji	pH	Thomasfosfaatin fosforihapolla saatu sadonlisäys prosenttia superfosfaatin fosforihapolla saadusta sadonlisäyksestä											
			Pienemmillä lannoitemäärillä						Suuremmilla lannoitemäärillä					
			1 vuotena	2 vuotena yhteensä	3 vuotena yhteensä	4 vuotena yhteensä	5 vuotena yhteensä	6 vuotena yhteensä	1 vuotena yhteensä	2 vuotena yhteensä	3 vuotena yhteensä	4 vuotena yhteensä	5 vuotena yhteensä	6 vuotena yhteensä
36	Mutaturve	4.69	108±11	120±10	108± 7	109± 8	—	—	106±14	116±13	111± 9	114± 9	—	—
43	Savettu mutaturve (alunasav.)	5.10	72±47	118±27	116±18	128±16	137±14	128±11	89±24	117±13	110±11	132±10	143± 9	135± 7
45	Savettu mutaturve	5.42	29±67	79±43	97±36	109±33	—	—	47±31	81±22	95±18	108±16	—	—
37	Savettu mutaturve	4.25	113±20	114±18	120±15	—	—	—	108±15	102±12	110±10	—	—	—
88	Mutaturve	4.95	51±16	63±17	71±19	—	—	—	67±14	80±11	96±16	—	—	—
93	Hiekotettu mutaturve	4.19	84±51	87±42	115±37	—	—	—	97±52	84±39	69±27	—	—	—
94	Hiekotettu mutaturve	4.46	17±26	41±36	32±39	—	—	—	51±34	49±44	44±37	—	—	—
31	Hiekotettu mutaturve	5.50	23±11	31±13	33±13	35±13	—	—	28±10	35± 9	31± 8	30± 8	—	—
	Yhteensä 8 kokeessa		57± 7	71± 8	73± 7	—	—	—	67± 7	77± 6	77± 6	—	—	—
	Yhteensä 4 kokeessa (36, 43, 45 ja 31)		56± 8	71± 8	73± 7	80± 7	—	—	62± 8	75± 6	74± 5	81± 5	—	—

2. Vertailevien kokeiden tulokset kivennäismailta.

Taulukossa 7 (siv. 27—29) on esitetty yksityiskohdittain superfosfaatin ja thomasfosfaatin vertailevien kokeiden tulokset kivennäismailta.

Taulukosta 8 näkyy yhteenveto ensimmäisen vuoden tuloksista heinälle järjestetyissä kokeissa. Sadonlisäykset ovat virheisiin verrattuna olleet siksi pieniä, ettei superfosfaatin vaikutuksen paremmuutta thomasfosfaattiin verrattuna voida varmuudella päätellä. Ainoastaan yhdessä kokeessa (N:o 49) hietamultamaalla, jonka pH on 6.25, on superfosfaatti ensimmäisenä vuonna aivan varmasti antanut paremman tuloksen kuin thomasfosfaatti (suhdeluvut 29 ± 30 ja 64 ± 23). Kaikissa kokeissa yhteensä on thomasfosfaatilla saatu sadonlisäys ollut 99 ± 30 prosenttia pienempiä lannoitemääriä

Taulukko 7. *Superfosfaatin ja thomasfosfaatin vertailevien kokeiden tulokset kivennäismailta.*

Kokeen N:o	Kokeen järjestäjä	Koetila tai koetilan omistaja	Pitäjä	Koevuosi	Maalaji	Maan pH-luku
46	Pk.	L. Kallio	Kauhajoki	1930	Hietamulta	5.5
47	Ky.	A. Vickström	Lohja	1930	Savimulta	5.75
48	»	E. Mustila	Messukylä	1930	»	5.75
49	»	A. Kämäri	Hauho	1930	Hieta	6.25
50	Pk.	J. Saha	Humppila	1928	Savimulta	5.24
51	»	S. Kaura	Kauhajoki	1928	Hiesu	5.25
52	»	M. Huhtamäki	Laihia	1928	Savimulta	5.01
53	»	V. Havanto	Hollola	1929	»	5.75
54	Ky.	V. Kaunisto	Kullaa	1929	»	5.1
55	»	A. Tuomola	Loimaa	1929	»	5.98
56	»	U. Isotalo	»	1929	»	—
57	Kk.	H. Nevalainen	Valtimo	1929	»	5.55
		»		1930		
		»		1931		
		»		1932		
58	Ka.	Etelä-Savon Kasvinviljelyskoeasema	Mikkeli	1928	Hiekka	5.02
				1929		
		» »		1930		
59	»	Etelä-Pohjanmaan Kasvinviljelyskoeasema	Ylistaro	1928	Hietasavimulta	4.80
95	Kk.	Kuolemajärven kunnantila	Kuolemajärvi	1931	Hietamulta	5.14
		»		1932		

(Jatk. seur. siv.)

Taulukko 7.

Kokeen N:o	Koevuosi	Maan pH-luku	Koekasvi	Sadon laatu	Aluslannoitus kg ha:lle		Fosfaattilannoitus kg ha:lle				Sato kg ha:lta	
							Pienemmät määrät		Suuremmat määrät		Ilman lannoitusta	Alus-lannoituksella
					sa	ks	sf	tf	sf	tf		
46	1930	5.5	Heinä II	Heinää	200	150	150	200	300	400	5 550±360	6 400±360
47	1930	5.75	» I	»	100	150	200	248	400	496	—	5 200±130
48	1930	5.75	» II	»	100	150	200	280	400	496	—	3 050± 60
49	1930	6.25	» I	»	100	100	200	248	400	496	—	2 150±100
50	1928	5.24	» I	»	200	150	150	200	300	400	5 650±190	6 350±100
51	1928	5.25	» II	»	200	150	150	195	300	390	5 300±120	6 450±150
52	1928	5.01	Ohra	Jyviä	120	150	150	200	300	400	1 900± 60	2 630± 90
				Olkia							6 000±118	6 800± 81
53	1929	5.75	Kaura	Jyviä	200	150	150	200	300	400	1 690±160	1 900± 60
				Olkia							2 700±289	3 400±389
54	1929	5.1	Ohra	Jyviä	200	150	150	200	300	400	1 080± 70	1 160± 50
				Olkia							1 900±203	2 200±152
55	1929	5.98	Kaura	Jyviä	200	150	150	200	300	400	1 180± 60	1 700± 70
				Olkia							1 600±223	2 250± 51
56	1929	—	»	Jyviä	200	150	150	200	300	400	2 080±120	2 560±120
				Olkia							2 200± 72	2 700±174
57	1929	5.55	Heinä I	Heinää	200	125	200	260	400	520	4 650± 90	5 700±130
	1930		» II	»	»	»	—	—	—	—	4 400±180	5 600±160
	1931		» III	»	»	»	—	—	—	—	4 050±110	5 100±200
	1932		» IV	»	»	»	—	—	—	—	3 200±145	3 830±145
58	1928	5.02	» I	»	200	125	200	250	400	500	4 310±550	5 020±572
	1929		» II	»	—	—	—	—	—	—	2 465±211	2 273±438
	1930		» III	»	200	125	—	—	—	—	2 376±191	3 470±417
59	1928	4.80	Vih. rehu	Vih. rehu	200	200	200	266	400	532	7 260±131	7 638±207
95	1931	5.14	Kaura	Jyviä	»	150	200	260	400	520	1 820± 80	2 130±110
				Olkia							2 200± 80	2 850±108
	1932		Heinä I	Heinää	»	»	—	—	—	—	1 700±203	2 250±177

Taulukko 8. *Yhteenveto superfosfaatin ja thomasfosfaatin vertailevien kokeiden ensimmäisen vuoden tuloksista kivennäismailta heinällä (vert. taulukko 7).*

Kokeen N:o	Maalaji	Maan pH-luku	10 kg:lla fosforihappoa saadut heinäsadonlisäykset kg ha:lta				Thomasfosfaatilla saatu sadonlisäys % superfosfaatilla saadusta	
			Pienemmillä määrillä		Suuremmilla määrillä			
			superfosfaattia	thomasfosfaattia	superfosfaattia	thomasfosfaattia	Pienemmillä määrillä	Suuremmilla määrillä
46	Hietamulta ..	5.5	—	—	142± 70	167± 68	—	118±48
47	Savimulta ...	5.75	113± 43	81± 48	100± 29	67± 24	72±42	67±24
48	» ...	5.75	63± 27	60± 22	—	—	95±35	—
49	Hieta	6.25	138± 43	40± 42	94± 25	60± 22	29±30	64±23
50	Savimulta ...	5.24	—	—	67± 25	58± 14	—	86±21
51	Hiesu	5.25	133± 94	171±100	117± 44	137± 48	129±75	117±41
57	Savimulta ...	5.55	125± 84	141± 79	50± 27	26± 38	113±67	52±76
58	Hiekka	5.02	256±267	324±206	249±135	272±126	127±80	109±50
Yhteensä kokeissa		46–58	828±313	817±252	819±168	787±158	99±30	96±19
Yhteensä kokeissa		46–57	572±143	493±145	570± 98	515± 96	85±25	90±17

— (*Jatkoa.*)

Fosfaattilannoituksella saadut sadonlisäykset kg ha:lta				Fosfaattilannoituksella saadut sadonlisäykset (kg ha:lta) laskettuina 10 fosforihappokiloa kohti (superfosfaatin vesiliukoista ja thomasfosfaatin sitronahappoliukoista fosforih.)				Kokeen N:o
Pienemmillä määrillä		Suuremmilla määrillä		Pienemmillä määrillä		Suuremmilla määrillä		
superfosfaattia	thomasfosfaattia	superfosfaattia	thomasfosfaattia	superfosfaattia	thomasfosfaattia	superfosfaattia	thomasfosfaattia	
—	—	850± 422	1 000±407	—	—	142± 70	167± 68	46
450± 170	300±177	800± 239	500±177	113± 43	81± 48	100± 29	67± 24	47
250± 108	250± 92	—	—	63± 27	60± 22	—	—	48
550± 172	150±156	750± 197	450±164	138± 43	40± 42	94± 25	60± 22	49
—	—	400± 148	350±112	—	—	67± 25	58± 14	50
400± 283	500±292	700± 266	800±283	133± 94	171±100	117± 44	137± 48	51
—	—	220± 114	370±103	—	—	37± 19	62± 17	52
—	—	950± 109	200±121	—	—	158± 18	33± 20	
—	—	500± 125	600±152	—	—	83± 21	100± 25	
—	—	2 600± 538	2 850±554	—	—	433± 89	475± 92	53
280± 64	300± 94	460± 86	600± 71	93± 21	100± 31	77± 14	100± 12	54
±0± 183	450±289	500± 354	1 000±211	±0± 61	150± 96	83± 59	167± 35	
340± 81	280± 81	400± 122	420±122	113± 27	93± 27	67± 20	70± 20	55
530± 101	350± 71	650± 223	750±114	177± 33	113± 23	108± 37	125± 19	
—	—	280± 144	280±139	—	—	47± 24	47± 23	56
—	—	500± 177	500±191	—	—	83± 29	83± 32	
500± 336	550±309	400± 214	200±291	125± 84	141± 79	50± 27	26± 38	57
500± 184	500±340	650± 323	400±331	125± 46	128± 87	81± 40	51± 43	
250± 352	–100±219	±0± 276	250±321	62± 88	–26± 56	±0± 35	32± 41	
400± 166	190±212	400± 173	320±212	100± 42	49± 54	100± 43	41± 27	58
1 025±1 066	1 215±772	1 990±1 082	2 040±922	256±267	324±206	249±135	272±126	
639± 773	1 172±752	1 028± 837	1 714±839	159±193	312±201	129±105	229±114	
634± 526	1 212±564	767± 568	1 900±646	159±132	324±150	96± 71	254± 86	
362± 252	494±353	570± 298	684± 83	91± 63	121± 88	71± 37	86± 10	59
160± 112	20±194	270± 194	90±163	40± 28	5± 50	34± 24	12± 21	95
450± 169	350±211	600± 143	600±165	113± 42	90± 54	75± 18	77± 21	
700± 233	1 000±248	950± 233	2 000±266	175± 58	257± 64	119± 29	257± 34	

käytettäessä sekä 96 ± 19 prosenttia suurempia lannoitemääriä käytettäessä superfosfaatilla saadusta sadonlisäyksestä. Jos otetaan huomioon virherajat, on thomasfosfaatin vaikutusta pidettävä likipitäen yhtä hyvänä kuin superfosfaatinkin.

Yhteenveto kevätviljalle järjestettyjen kokeiden ensimmäisen vuoden koetuloksista näkyy taulukosta 9. Keskimäärin on thomasfosfaatin fosforihappo näissä kokeissa vaikuttanut yhtä hyvin kuin superfosfaatin fosforihappo. Suhdeluvut pienemmillä ja suuremmilla määrillä thomasfosfaattia (superfosfaatti = 100) ovat 7 kokeessa olleet keskimäärin 98 ± 22 ja 109 ± 9. Varsinkin ohralle happamella savimultamaalla (pH — 5.1, koe N:o 54) on thomasfosfaatti vaikuttanut erittäin hyvin (suhdeluvut 150 ± 40 ja 147 ± 15).

Useampivuotisia koetuloksia on kovilta mailta 3 kokeesta. Lievästi happamelle savimultamaalle, pH = 5.55, järjestetyssä kokeessa N:o 57 (vert. taulukko 7) on kahtena vuotena määrätty ensimmäi-

Taulukko 9. *Yhteenveto superfosfaatin ja thomasfosfaatin vertailevien kokeiden ensimmäisen vuoden tuloksista kivennäismailta kevätviljalla (vert. taulukko 7).*

Kokeen N:o	Maalaji	Maan pH-luku	Kasvi	10 kg:lla fosforihappoa saadut sadonlisäykset rehuyksikköjä ha:lta				Thomasfosfaatilla saatu sadonlisäys % superfosfaatilla saadusta sadonlisäyksestä	
				Pienemmillä määrillä		Suuremmilla määrillä			
				superfosfaattia	thomasfosfaattia	superfosfaattia	thomasfosfaattia	Pienemmillä määrillä	Suuremmilla määrillä
52	Savimulta ...	5.01	Ohra	—	—	80±20	71±18	—	89±22
53	» ...	5.75	Kaura	—	—	177±28	202±28	—	114±16
54	» ...	5.1	Ohra	93±21	140±37	99±21	145±15	150±40	147±15
55	» ...	—	Kaura	138±23	106±23	83±19	89±18	77±17	93±20
56	» ...	—	Kaura	—	—	60±21	60±21	—	100±35
59	Hieta-savimulta	4.80	Vih. rehu	36±25	49±35	29±15	34± 4	128±97	117±14
95	Hietamulta .	5.14	Kaura	61±25	26±44	47±25	29±19	43±73	62±41
Yhteensä kaikissa kokeissa				328±47	321±71	575±57	630±50	98±22	109± 9

senä koevuonna annetun lannoituksen jälkivaikutus heinällä. Superfosfaatin ja thomasfosfaatin fosforihapon antamien sadonlisäysten suhdeluvut ovat tässä kokeessa seuraavat.

	Thomasfosfaatin suhdeluvut (Superfosfaatti = 100)	
	Pienemmillä lannoitemäärillä	Suuremmilla lannoitemäärillä
Ensimmäisenä vuotena (1929)	113 ± 63	52 ± 76
Kahtena vuotena yhteensä (1929—1930)	108 ± 48	59 ± 44
Kolmena » » (1929—1931)	78 ± 42	80 ± 54
Neljänä » » (1929—1932)	71 ± 34	69 ± 43

Neljän vuoden tuloksien mukaan näyttää thomasfosfaatin vaikutus jäävän hiukan heikommaksi kuin superfosfaatin; koevirheet sadonlisäyksiin verrattuna ovat kuitenkin niin suuria, ettei sanottua voida varmuudella päätellä.

Etelä-Savon koeasemalla happamelle hiekkamaalle, pH = 5.02, heinälle järjestetyssä kolmivuotisessa kokeessa (N:o 58) määrättiin kahtena viimeisenä vuotena ensimmäisenä vuotena annettujen fosfaattilannoitteiden jälkivaikutus. Thomasfosfaatin fosforihapolla saatujen sadonlisäysten suhdeluvut olivat superfosfaatin fosforihappoon verrattuina:

	Thomasfosfaatin suhdeluvut (Superfosfaatti = 100)	
	Pienemmillä lannoitemäärillä	Suuremmilla lannoitemäärillä
Ensimmäisenä vuotena (1928)	127 ± 80	109 ± 50
Kahtena vuotena yhteensä (1928—1929)	153 ± 70	132 ± 45
Kolmena » » (1928—1930)	167 ± 56	159 ± 40

Koevirheet sadonlisäyksiin verrattuina ovat varsin suuria, mutta siitä huolimatta voidaan koetuloksista päätellä, että thomasfosfaatti on tällä happamella kivennäismaalla vaikuttanut paremmin kuin superfosfaatti. Thomasfosfaatin vaikutus superfosfaattiin verrattuna näyttää vuosi vuodelta parantuneen.

2-vuotisessa kokeessa 95 happamella hietamultamaalla (pH = 5.14) kauralla ja heinällä saatiin seuraavat suhdeluvut:

	Thomasfosfaatin suhdeluvut (Superfosfaatti = 100)	
	Pienemmillä lannoitemäärillä	Suuremmilla lannoitemäärillä
Ensimmäisenä vuotena	43 ± 73	62 ± 41
Kahtena vuotena yhteensä	99 ± 39	139 ± 25

Tässäkin kokeessa on thomasfosfaatti vaikuttanut ehkä hiukan paremmin kuin superfosfaatti.

3. Yleisiä johtopäätöksiä superfosfaatin ja thomasfosfaatin käyttöarvosta.

a. Superfosfaatin ja thomasfosfaatin vaikutuksesta happamilla mailla.

Tarkastelemme aluksi näiden lannoitteiden vaikutusta viljelysmaan happamuuteen ja sen jälkeen niiden käyttöarvoa happamilla mailla.

Superfosfaatti on pääasiallisesti monokalsiumfosfaatin ja kipsin seos, jota valmistetaan käsittelemällä raakafosfaattia (trikalsiumfosfaattia) väkevällä rikkihapolla. Vaikka superfosfaatin valmistuksessa käytetään väkevätä rikkihappoa, ei superfosfaatti kuitenkaan sisällä vapaata rikkihappoa käytännöllisesti katsoen lainkaan. — KRÜGELin ja RETTERin (1931) suorittamien analyysien mukaan on superfosfaattinäytteissä ollut korkeintaan 0.03 % vapaata rikkihappoa eli siis ainoastaan noin tuhannesosa superfosfaatin valmistuksessa käytetystä määrästä. — Tämä johtuu siitä kemian laista, että vahvempi happo hajoittaa heikomman hapon suolat. Rikkihappoa ei niin muodoin voi olla vapaana monokalsiumfosfaattiseoksessa, sillä vapaa rikkihappo, joka kemiallisilta ominaisuuksiltaan on paljon vahvempi happo kuin fosforihappo, hajoittaa monokalsiumfosfaatin, sitoutuen siinä olevan kalsiumin kanssa luonteeltaan likipitäen neutraaliksi suolaksi, kipsiksi. 100 kg valmista superfosfaattia, joka sisältää 20 % vesiliukoista fosforihappoa, pystyy sitomaan tällä tavoin vielä noin 10 kg puhdasta vapaata rikkihappoa. Rikkihapon vaikuttaessa monokalsiumfosfaattiin syntyy paitsi kipsiä vapaata fosforihappoa. Vapaata fosforihappoa saattaa superfosfaatissa olla usein noin neljäsosa tai viidesosa vesiliukoisen fosforihapon määrästä (Vert. KRÜGEL ja RETTER (1931, siv. 248) . Tämä vapaa

fosforihappo estää superfosfaatin fosfaattien muuttumisen säilytyksen aikana esim. rauta- ja aluminiumyhdistysten vaikutuksesta vaikealiukoiseen muotoon. Superfosfaatin vesiliuos — johtuen vapaan fosforihapon läsnäolosta sekä siitä, että monokalsiumfosfaatti on hapan suola — on hapanta. pH-luku voi vaihdella sekoitussuhteesta ja superfosfaatin laadusta riippuen 2.1:sta 3.0:aan. Jos superfosfaattia sekoitetaan maahan saattaa aluksi maan happamuus teoreettisesti katsoen hiukan lisääntyä, mutta käytännöllisesti ei tällä useimmiten ole minkäänlaista merkitystä, sillä happamuuden lisäys on tavallisesti niin pieni, että sitä tuskin voidaan edes mitata, (ks. Teräsvuori 1930, s. 93), ja häviää tämä pienikin happamuuden lisääntyminen niin pian kuin kasvit ovat käyttäneet hyväkseen superfosfaatin happamet aineosat. Happamia aineosia superfosfaatissa ovat kuten edellä jo selostettiin monokalsiumfosfaatti sekä vapaana mahdollisesti esiintyvä fosforihappo. Näistä ottavat kasvit ravinnokseen fosforihapon (fosfaatti-ionin) ja sen vuoksi täytyy kuten juuri mainittiin superfosfaattilannoituksen aiheuttaman pienen happamuuden lisääntymisen hävitä niin pian kuin kasvit ovat käyttäneet siinä annetun fosforihapon. Pitkäaikaiset koetulokset sekä kotimaasta että ulkomailta ovat osoittaneet tämän johtopäätöksen oikeaksi. Niinpä Englannissa, josta on saatavissa pitkäaikaisimmat koetulokset, ovat Crowtherin (1925, siv. 221—224) tutkimuksien mukaan Woburnin koeasemalla kevyellä hiekkamaalla, jonka happamuussuhteet helposti saadaan muuttumaan (»puskuriköyhä»), 46-vuotisessa ohrakokeessa pH-luvut seuraavat:

	pH
Lannoittamaton	5.77
375 kg superfosfaattia ja 63 kg kaliumsulfaattia vuosittain ha:lle 46 vuoden aikana	5.80
110 kg ammoniumsulfaattia vuosittain ha:lle 46 vuoden aikana	4.46
Edellä olevan ammoniumsulfaattimäärän lisäksi 375 kg superfosfaattia ja 63 kg kaliumsulfaattia vuosittain ha:lle	4.68
150 kg natriumnitraattia (Chilen salpietaria) vuosittain ha:lle 46 vuoden aikana	6.14
Edellä olevan natriumnitraattimäärän lisäksi 375 kg superfosfaattia ja 63 kg kaliumsulfaattia vuosittain ha:lle 46 vuoden aikana	6.23

Näistä luvuista näkyy, että pitkäaikainen ammoniumsulfaatin käyttö on tällä maalla lisännyt happamuutta tuntuvasti alentaen pH-luvun 5.77:stä 4.46:een. Natriumnitraattia käytettäessä on pH-luku noussut 5.77:stä 6.14:aan. Superfosfaatti ei ole vaikuttanut tämän puskuriköyhän maan happamuuteen käytännöllisesti katsoen

lainkaan (mahdollisesti se on edellä olevien lukujen mukaan ehkä hiukan pienentänyt happamuutta) siitä huolimatta, että superfosfaattia on 46 vuoden kuluessa annettu koemaalle kaikkiaan jo yli 17 000 kg ha:a kohti. Tässä kokeessa on annettu superfosfaatissa ilmeisesti fosforihappoa enemmän kuin kasvit ovat pystyneet hyväkseen käyttämään. Koska maa ei kuitenkaan ole tullut happameksi, on ilmeistä, että happamuuden lisääntyminen estyy, jos kasvit käyttävät osankin superfosfaatin fosforihaposta. Teoreettisten laskelmien perusteella voidaan osoittaa, että jos superfosfaatista otetaan pois noin puolet sen fosforihaposta, jäännös tulee jo likipitäen neutraaliksi. Edelleenkin on muistettava, että superfosfaatti sisältää kipsiä, josta kasvit voivat ottaa sulfaatti-ioneja. On siis mahdollista, että superfosfaatin kipsi osaltaan vaikuttaa fysioloogisesti emäksisesti ja maan happamuutta pienentävästi. Pitkäaikainen kipsin käyttö voi muutenkin pienentää happamuutta (vert. Erdman 1921). Rothamsted'in koeasemalle raskaalle kalkkiköyhälle savimaalle järjestetyssä 78-vuotisessa kokeessa olivat pH-luvut Crowtherin (siv. 227) mukaan:

	Kalkitsematon maa, pH	Kalkittu maa, pH
Lannoittamaton	5.72	6.88
375 kg superfosfaattia vuosittain ha:lle	5.69	7.12
noin 230 kg ammoniumsulfaattia vuositt. ha:lle	4.84	6.54
» 310 » natriumnitraattia » »	6.31	6.81

Vaikka koevuosien aikana maalle oli annettu kaikkiaan lähes 30 tonnia hehtaaria kohti superfosfaattia ei happamuus ollut lainkaan lisääntynyt. Samaan suuntaan käyviä koetuloksia voidaan ulkomailta esittää runsaamminkin (Vert. esim. Erdman 1921).

Sitävastoin ei tiedossamme ole yhtään tapausta, jossa olisi todettu pitkäaikaisen superfosfaattilannoituksen tehneen maan happameksi, tietenkin edellyttäen, että kasvit ovat käyttäneet hyväkseen ainakin osan annetusta fosforihaposta.

Tässä yhteydessä voidaan mainita, että vieläpä thomasfosfaatin tuottajain yhdistyksen aikakauskirjassa »Die Phosphorsäure» esitetään koetuloksia, m. m. 30 vuottakin kestäneestä kokeesta (L. Schmitt — Die Bedeutung der Phosphorsäuredüngungsfrage im Lichte der Ergebnisse eines 30-jährigen Feldversuchs der Hessischen Landwirtschaftlichen Versuchsstation Darmstadt — 1932), joissa myöskin osoitetaan, ettei superfosfaatin käyttö lisää maan happamuutta, joskin thomasfosfaatin käyttö sitä pienentää, kuten myöhemmin tulemme osoittamaan.

Suomessa ovat Leteensuon koeasemalla, mutasuolle järjestetyssä pitkäaikaisessa kokeessa, jossa kaikkiaan useamman vuoden ku-

luessa oli annettu n. 4 500 kg superfosfaattia ha:lle pH-luvut TUORILAN (1926, siv. 127) mukaan seuraavat

	pH
Lannoittamaton	4.04 ± 0.05
Superfosfaatilla yksinään lannoitettu	3.85 ± 0.10
Superfosfaatilla ja kalisuolalla lannoitettu	4.09 ± 0.08

Superfosfaatti on yksinään käytettynä tässä kokeessa tehnyt maan hyvin vähän, ainoastaan 0.19 ± 0.12 pH-yksikköä happamemmaksi. Tämä johtuu siitä, että koemaassa on ollut kova kalin puute, eivätkä kasvit ilman kalilannoitusta ole voineet käyttää hyväkseen annettua fosforihappoa. Kun superfosfaatin lisäksi on annettu kalisuolaa ovat kasvit ottaneet annetun fosforihapon ainakin osaksi ja maa ei ole tullut lainkaan happamemmaksi.

Aikaisemmin olemme maininneet, että superfosfaattia maahan lisättäessä saattaa happamuus teoreettisesti katsoen lisääntyä, ennenkuin kasvit ovat ennättäneet ottaa annettua fosforihappoa. Tarkastelemme nyt mitä suuruusluokkaa tämä happamuuden tilapäinen lisääntyminen on. TERÄSVUOREN (1930, s. 92) suorittamien titrausten mukaan tarvitaan 100 superfosfaattikilon neutralisoimiseksi sellaisiin pH-lukuihin kuin maassa tavallisesti on, 10—15 kg kalkkikivijauhoa. 250 kg:n superfosfaattilannoituksesta aiheutuneen tilapäisen happamuuden lisäys voitaisiin poistaa siis 25—40 kg:lla kalkkikivijauhoa eli siis sellaisella määrällä, joka hehtaarin alalle käytettynä muuttaa pH-lukua vain muutamia sadasosia. Tällaisella pH:n muutoksella tai happamuuden lisääntymisellä ei ole mitään käytännöllistä merkitystä.

Edellä olevasta selviää, että superfosfaatti on fysiologisesti neutraali lannoite, jonka pitkäaikainen käyttö ei siis lisää eikä myöskään pienennä maan happamuutta. Näin tapahtuu sillä edellytyksellä että kasvit käyttävät hyväkseen ainakin osittain superfosfaatissa annetun fosforihapon. Jos kasvit syystä tai toisesta eivät voi käyttää hyväkseen superfosfaatin fosforihappoa, saattaa pitkäaikainen superfosfaatilla lannoittaminen, joka tällöin ei vastaa lainkaan tarkoitustaan, lisätä hiukan maan happamuutta.

Thomasfosfaatti on emäksinen lannoite, joka pitkäaikaisesti käytettynä vaikuttaa maan happamuutta pienentävästi. 1 000 thomasfosfaattikilon happamuutta pienentävä vaikutus voidaan arvioida yhtä suureksi kuin 600—900 kg:n eli keskimäärin noin 750 kg:n kalkkikivijauhoa (Tämä laskelma on tehty edellyttäen, että fosfori-

happo monokalsiumfosfaatin muodossa vaikuttaa fysiologisesti neutraalisesti).[1]) Jatkuva ja runsas thomasfosfaatin käyttö, esim. silloin kun sitä annetaan suuria määriä kerrallaan peruslannoitukseksi voi siis pienentää melkoisestikin maan happamuutta. Jos happamuus

Taulukko 10. *Thomasfosfaatin sitronahappoon liukenevalla fosforihapolla saatujen sadonlisäysten keskimääräiset suhdeluvut superfosfaatin vesiliukoiseen fosforihappoon verrattuna eri happamilla suomailla.*

Koemaat, joissa pH-luku oli 5.20 pienempi				Koemaat, joissa pH-luku oli 5.20 suurempi			
Kokeen N:o	Maan pH-luku	Thomasfosfaatilla saadun sadonlisäyksen keskimääräinen suhdeluku (Superfosfaatti = 100)	Kokeen aika, vuotta	Kokeen N:o	Maan pH-luku	Thomasfosfaatilla saadun sadonlisäyksen keskimääräinen suhdeluku (Superfosfaatti = 100)	Kokeen aika, vuotta
13	3.20	98±29	1	86	5.21	49±11	1
2	3.77	91±14	1	8	5.22	43±12	1
93	4.19	92±23	3	40	5.25	81± 9	1
37	4.25	115± 9	3	5	5.25	65±16	2
94	4.46	38±23	3	28	5.25	78±19	1
84	4.54	38±19	1	30	5.31	66±29	1
91	4.58	132±21	2	1	5.33	56±10	1
7	4.60	78±28	1	87	5.34	80±48	2
21	4.67	80±21	1	10	5.37	(161±53)	2
34	4.68	106±10	1	15	5.39	92±18	2
36	4.69	112± 6	4	45	5.42	109±19	4
16	4.70	80±29	2	26	5.43	74±27	1
25	4.72	105±14	1	23	5.47	98±18	1
38	4.72	79± 9	2	31	5.50	33± 8	4
24	4.75	128±40	1	6	5.50	67± 9	1
17	4.76	54±10	2	20	5.55	84± 8	1
39	4.84	118±18	2	85	5.73	(120±44)	1
92	4.89	71± 5	1	19	5.81	73±19	1
35	4.92	94±12	1	27	6.00	90±37	1
88	4.95	84±12	3	9	6.00	88±39	1
12	4.96	90±41	1	Keskimäärin 18 kokeessa		74± 5	
14	4.96	82±12	2	Keskimäärin 20 kokeessa		80± 6	
3	4.99	117±23	1				
22	5.00	71±10	1				
44	5.00	109±34	1				
29	5.06	86±20	1				
43	5.10	131± 7	6				
33	5.10	94±26	1				
4	5.14	81±32	1				
42	5.17	84± 6	1				
41	5.18	129± 7	1				
Keskimäärin 31 kokeessa		93± 4					

[1]) Maatalouskoelaitoksella maanviljelyskemian ja -fysiikan osastolla suoritetuissa titrauksissa vastasi 1 000 kg fosfaattia kg kalsiumkarbonaattia kun titrattiin seuraaviin pH-arvoihin

	pH = 6.0:ssa	pH = 7.0:ssa
Keskiarvo 3 thomasfosfaattinäytteestä	568 kg $CaCO_3$	517 kg $CaCO_3$
» 2 superfosfaattinäytteestä ..	—142 » »	—272 » »
Eroitus	710 kg $CaCO_3$	789 kg $CaCO_3$

on niin suuri, että sen pienentymisestä voi seurata kasvien kasvuedellytysten huomattava parantuminen ja siis suuria sadonlisäyksiä, voi thomasfosfaatin vaikutus tällaisella happamella maalla tulla superfosfaatin vaikutusta tuntuvasti paremmaksi.

Saadaksemme yleiskäsityksen siitä mitenkä edellisessä luvussa selostetuissa thomasfosfaatin ja superfosfaatin vertailevissa kokeissa thomasfosfaatin vaikutus verrattuna superfosfaattiin on riippunut maan happamuudesta esitämme seuraavassa taulukossa 10 suomaalle järjestettyjen kokeiden pH-luvut ja thomasfosfaatin vaikutuksen keskimääräiset suhdeluvut (suuremmilla ja pienemmillä lannoitemäärillä saatujen suhdelukujen keskiarvot) superfosfaattiin verraten (superfosfaatin vaikutus = 100).

Taulukosta 10 näkyy, että 31 kokeessa suomailla, joiden happamuusluku, pH, oli 5.20 pienempi, on thomasfosfaatin sitronahappoliukoisella fosforihapolla saatu keskimäärin melkein yhtä suuria sadonlisäyksiä (suhdeluku 93 ± 4) kuin superfosfaatin vesiliukoisella fosforihapolla (suhdeluku 100). Muutamissa kokeissa on superfosfaatin fosforihappo happamilla soillakin lisännyt satoa enemmän kuin thomasfosfaatin fosforihappo, (esim. kokeet 94, 84, 38, 17, 92 y. m.). Toisissa kokeissa happamilla soilla on sitävastoin thomasfosfaatti vaikuttanut paremmin kuin superfosfaatti. Vähemmän happamilla soilla, joissa pH-luku on ollut suurempi kuin 5.20, on kaikissa tapauksissa superfosfaatin fosforihappo lisännyt satoa enemmän kuin thomasfosfaatin fosforihappo kolmea koetta lukuunottamatta, joissa superfosfaatin ja thomasfosfaatin vaikutus on ollut virherajoissa sama. Keskimäärin on 18 kokeessa, sellaisilla soilla, joiden pH-luku vaihteli 5.2:sta 6.00:aan, thomasfosfaatin sitronahappoliukoisella fosforihapolla saatu vain 74 ± 5 prosenttia siitä sadonlisäyksestä, joka saatiin superfosfaatin vesiliukoisella fosforihapolla. (20 kokeessa oli vastaava keskim. suhdeluku 80 ± 6).

Taulukosta 11 näkyvät vastaavat tulokset kivennäismailta.

Jos maan pH-luku on ollut pienempi kuin 5.5, on thomasfosfaatilla saatu 8 kokeessa keskimäärin 121 ± 13 prosenttia siitä sadonlisäyksestä kuin superfosfaatilla.

Niissä 5 kokeessa, joissa pH-luku oli 5.5 suurempi, on thomasfosfaatin fosforihapolla saatu keskimäärin vain 79 ± 12 prosenttia siitä sadonlisäyksestä, mikä saatiin superfosfaatin fosforihapolla.

Edellä selostetuista koetuloksista ilmenee siis, että sekä happamilla kivennäismailla että varsinkin happamilla suomailla on todettu tapauksia, joissa superfosfaatin fosforihappo on vaikuttanut paremmin kuin thomaskuonan fosforihappo. Keskimääräisesti on kuitenkin jo lyhytaikaistenkin koetuloksien mukaan happamilla

Taulukko 11. *Thomasfosfaatin sitronahappoon liukenevalla fosforihapolla saatujen sadonlisäysten keskimääräiset suhdeluvut superfosfaatin vesiliukoiseen fosforihappoon verrattuna eri happamilla kivennäismailla.*

Koemaat, joiden pH-luku on 5.50 tai pienempi				Koemaat, joiden pH-luku on 5.50:aa suurempi			
Kokeen N:o	Maan pH-luku	Thomasfosfaatilla saadun sadonlisäyksen keskimääräinen suhdeluku (Superfosfaatti = 100)	Kokeen aika, vuotta	Kokeen N:o	Maan pH-luku	Thomasfosfaatilla saadun sadonlisäyksen keskimääräinen suhdeluku (Superfosfaatti = 100)	Kokeen aika, vuotta
59	4.80	122±49	1	57	5.55	70±28	4
52	5.01	89±22	1	47	5.75	70±25	1
58	5.02	163±34	3	48	5.75	95±35	1
54	5.10	149±21	1	53	5.75	114±16	1
95	5.14	119±23	2	49	6.25	47±19	1
51	5.25	123±43	1	Keskimäärin 5 kokeessa		79±12	
46	5.50	118±48	1				
50	5.50	86±21	1				
Keskimäärin 8 kokeessa		121±13					

suomailla (pH-luku pienempi kuin 5.2) thomasfosfaatin fosforihapon vaikutus ollut melkein yhtä suuri kuin superfosfaatin fosforihaponkin ja todennäköisesti muuttuisi suhde thomasfosfaatille vielä edullisemmaksi, jos kokeet olisivat olleet pitkäaikaisempia. Vähän happamilla suomailla (pH suurempi kuin 5.2) on sitä vastoin superfosfaatti vaikuttanut huomattavasti paremmin kuin thomasfosfaatti. Happamilla kivennäismailla (pH-luku pienempi kuin 5.5) on thomasfosfaatin fosforihappo useimmiten ja keskimääräisestikin lisännyt satoa enemmän kuin superfosfaatin fosforihappo. Vähän happamilla kivennäismailla (pH-luku suurempi kuin 5.5) on superfosfaatin fosforihappo vaikuttanut ylipäänsä ja keskimäärin noin 21 % paremmin kuin thomasfosfaatin.

b. Superfosfaatin ja thomasfosfaatin käyttöarvosta yleensä Suomessa ja ulkomailla saatujen kenttäkoetulosten valossa.

Saadaksemme yleiskäsityksen siitä miten thomasfosfaatti superfosfaattiin verrattuna on tässä julkaisussa selostetuissa kokeissa keskimäärin vaikuttanut, esitämme taulukossa 12 eri koeryhmissä saadut keskiarvosuhdeluvut.

Tämän taulukon lukuja tarkastettaessa on huomio kiinnitettävä kolmeen eri seikkaan.

1) Suurin osa kokeista on ollut lyhytaikaisia.

Koska koetulokset viittaavat siihen, että thomasfosfaatin vaikutus tulee selvemmin näkyviin vasta useamman vuoden kuluessa

Taulukko 12. *Thomasfosfaatilla ja superfosfaatilla eri koeryhmissä saatujen sadonlisäysten keskimääräisiä suhdelukuja Suomessa järjestetyissä vertailevissa kenttäkokeissa.*

Koeryhmät	Thomasfosfaatin sitronahappoon liukenevalla fosforihapolla saatu sadonlisäys prosenttia siitä sadonlisäyksestä, joka on saatu vastaavalla määrällä superfosfaatin vesiliukoista fosforihappoa	
	Pienemmillä lannoitemäärillä, 30—40 kg P_2O_5:a ha:lle	Suuremmilla lannoitemäärillä, 60—80 kg P_2O_5:a ha:lle
Koetulokset suomailta.		
35 yksivuotisessa kokeessa heinällä keskimäärin	66± 7	81± 5
21 yksivuotisessa kokeessa kevätviljalla (kauralla ja vihantarehulla) keskimäärin	78± 6	89± 5
19 kaksivuotisessa kokeessa kauralla ja heinällä:		
ensimmäisen vuoden tulokset yhteensä	59± 5	92± 5
2 » » »	72± 6	98± 6
8 kolmivuotisessa kokeessa:		
1 vuonna yhteensä	57± 7	67± 7
2 » »	71± 8	77± 6
3 » »	73± 7	77± 6
Happamilla soilla (pH alle 5.2) 31 kokeessa keskimäärin	86± 5	94± 4
Vähän happamilla soilla (pH yli 5.2) 18 kokeessa keskimäärin	66± 7	75± 6
Kaikissa 55 sekä yksi- että useampivuotisessa kokeessa heinällä ja kevätviljalla yhteensä	79± 3	86± 3
Koetulokset kivennäismailta.		
Ensimmäisen vuoden koetulokset heinällä 8 kokeessa keskimäärin	99±30	96±19
Ensimmäisen vuoden koetulokset kevätviljalla 7 kokeessa keskimäärin	98±22	109± 9
Kaikissa 15 sekä yksi- että useampivuotisessa kokeessa heinällä ja kevätviljalla yhteensä	110±17	116± 9
Happamilla mailla (pH alle 5.5) 5 kokeessa (N:o 51, 54, 59, 58, 95) yhteensä	135±29	136±13
Vähän happamilla mailla (pH yli 5.5) 3 kokeessa (N:o 47, 49, 57) yhteensä	73±26	72±24

on mahdollista, että taulukossa esitetyt thomasfosfaatin vaikutuksen suhdeluvut superfosfaattiin verrattuna olisivat hiukan suurempia, jos kokeet olisivat olleet pidempiaikaisia. Jos thomasfosfaatilla saatujen sadonlisäysten suhdeluvut superfosfaatin vaikutukseen verrattuna lasketaan 2—3 vuotisten koetulosten perusteella, tulevat ne noin 10—15 prosenttia suuremmiksi kuin yksivuotisten koetulosten perusteella lasketut suhdeluvut.

2) Thomasfosfaatin vaikutus superfosfaattiin verrattuna on ollut suurempia lannoitemääriä käytettäessä useimmiten parempi

kuin pienempiä lannoitemääriä käytettäessä. Tämä saattaa johtua ehkä siitä, että suurempia lannoitemääriä käytettäessä on kasvien ollut suhteellisesti helpompi saada tarvitsemaansa ravintoainetta thomasfosfaatin vaikealiukoisesta fosforihaposta kuin pienempiä lannoitemääriä käytettäessä. Mahdollisesti ovat suuremmat thomasfosfaattimäärät saattaneet ehkä myöskin pienentää maan happamuutta jo siinä määrin, että tämä happamuuden pienentyminen on vaikuttanut edullisesti kasvien kasvuun ja siten myöskin thomasfosfaatin vaikutuksen suhdelukuun.

3) Thomasfosfaatin ja superfosfaatin käyttöarvo toisiinsa verrattuna näyttää riippuvan suuresti maan happamuussuhteista. Vähän happamilla mailla (pH suurempi kuin 5.2 suomailla sekä suurempi kuin 5.5 kivennäismailla) on superfosfaatin fosforihapon vaikutus ollut tuntuvasti parempi kuin thomasfosfaatin fosforihapon. Happamilla mailla vaikuttaa thomasfosfaatin fosforihappo useimmiten joko yhtähyvin tai paremmin kuin superfosfaatin fosforihappo. Poikkeuksiakin tästä säännöstä on kyllä todettu.

Voidaksemme verrata näitä Suomessa saatuja koetuloksia ulkomailla saatuihin esitämme seuraavassa Tanskassa ja Saksassa suoritettujen kokeiden keskiarvotuloksia. Ruotsissa ja Norjassa on julkaistu toistaiseksi siksi vähän thomasfosfaatin ja superfosfaatin vertailevien kenttäkokeiden tuloksia, ettemme katso niitä tässä yhteydessä tarpeelliseksi esittää. Tanskassa suoritettujen kokeiden keskiarvotuloksia näkyy taulukosta 13.

Taulukko 13. *Superfosfaatilla ja thomasfosfaatilla saatujen sadonlisäysten keskimääräisiä suhdelukuja Tanskassa järjestetyissä vertailevissa kenttäkokeissa Kristensenin (1913, siv. 62–77) mukaan.*

Kokeiden luku	Koemaa	Koekasvi	Koeaika vuotta	Thomasfosfaatin fosforihapolla saatu sadonlisäys prosenttia siitä sadonlisäyksestä, joka on saatu vastaavalla määrällä superfosfaatin fosforihappoa
8	Suomaa	Heinä	3	88
5	Savimaa	»	3	88
9	—	»	3	92
Samat kokeet			6	96
4	Kivennäismaa	Ruis	1—2	103
6	Hiekkamaa	Kevätvilja	2—3	81
6	Savimaa	»	1—4	85
3	Hiekkamaa	Juurikasvit	1—2	94
5	Savimaa	»	1—3	90

Tässä taulukossa esitettyjä lukuja Suomessa saatuihin lukuihin verrattaessa havaitaan, että suomailta suhdeluvut ovat kummassakin maassa samaa suuruusluokkaa.

Kivennäismailla on thomasfosfaatti superfosfaattiin verrattuna vaikuttanut Suomessa suhteellisesti paremmin kuin Tanskassa. Tämä johtuu ilmeisesti siitä, että Suomessa on suhteellisesti suurempi osa koemaista ollut happamia kuin Tanskassa. Kristensen (siv. 74) on todennut, että myöskin Tanskassa on thomasfosfaatti vaikuttanut happamilla hietamailla jopa suhteellisesti paremminkin kuin superfosfaatti.

Saksassa on superfosfaatin ja thomasfosfaatin vertailevien kenttäkokeiden tuloksia julkaistu verraten useita. Kun eri tutkijoilla tavallisesti kuitenkin on ollut käytettävänään suhteellisesti harvoja kokeita, on niiden tulosten yksityiskohtainen esittely tässä yhteydessä vaikea. Mainitsemme vain, että toisissa tapauksissa on tullut superfosfaatin fosforihapon vaikutus, toisissa tapauksissa, ja varsinkin happamilla mailla, sitävastoin thomasfosfaatin fosforihapon vaikutus paremmaksi. Suuremman määrän pitkäaikaisten kenttäkokeiden tuloksia on julkaissut Wagner (1921). Hänen mukaansa (vert. Wagner 1921, laskettu tuloksien siv. 97 mukaan) on kahdeksassa 6—12-vuotisessa kenttäkokeessa heinällä pääasiassa kalkkiköyhillä kivennäismailla thomasfosfaatin fosforihapolla saadun sadonlisäyksen suhdeluku (superfosfaatin fosforihapon vaikutus = 100) vaihdellut 89:stä 142:een ja ollut keskimäärin 129. Nämä luvut ovat samaa suuruusluokkaa kuin Suomessakin kivennäismailla saadut.

Edellä selostetuista koetuloksista ilmenee siis, että mitään yleispätevää suhdelukua thomasfosfaatin ja superfosfaatin vaikutusten välillä ei voi olla olemassa. Tämän suhdeluvun suuruus muuttuu suuresti esim. maan happamuuden muuttuessa. Myöskin riippuu suhdeluvun suuruus maalajista ja ehkä koekasvistakin.

III. Superfosfaatin käyttöarvosta kotkafosfaattiin verrattuna.

1. Vertailevien kokeiden tulokset suomailta ja multamailta.

Superfosfaatin ja kotkafosfaatin vertailevien kokeiden yksityiskohtaiset tulokset näkyvät taulukosta 14. Yhteenveto yhden vuoden koetuloksista heinällä näkyy taulukosta 16.

Taulukko 14. *Superfosfaatin ja kotkafosfaatin*[1] *vertailevien kokeiden tulokset suo- ja multamailta.*

Kokeen N:o	Kokeen järjestäjä	Koetila tai koetilan omistaja	Pitäjä	Koevuosi	Maalaji	Maan pH-luku
60	Ky.	N. Jaakkola	Kiukainen	1929	Savettu mutaturve	4.94
61	»	K. Aho	Töysä	1929	Savettu rahkaturve	5.5
		»		1930		
62	»	V. Maula	Hauho	1929	Savettu sekaturve	5.53
63	Pk.	S. Kujala	Valkeala	1930	Mutaturve	5.75
		»		1931		
64	»	Kajaanin Suokoe-asema	Kajaani	1931	Savettu mutaturve	5.18
65	»	A. Seppä	Koivisto	1931	Mutaturve	4.97
66	»	M. Pajala	Kälviä	1931	»	4.81
67	»	J. Märkälä	Taipalsaari	1930	»	5.17
68	Ky.	T. Kalliokoski	Hauho	1930	Multa	5.17
19	»	P. Forsström	Lohja	1931	»	5.81
20	»	I. Kantala	Sääksmäki	1931	Savettu mutaturve	5.5
21	»	A. Nukari	Hauho	1931	Mutaturve	4.67
22	»	V. Mässi	»	1931	»	5.0
69	Pk.	N. Kiljunen	Taipalsaari	1931	»	5.06
70	»	E. Halonen	Muolaa	1931	Savettu mutaturve	4.97
71	»	Seppälä	Kajaanin mlk.	1931	Savettu sekaturve	5.37
73	»	N. Toikka	Luumäki	1930	» »	4.09
		»		1931		
74	Ky.	A. Turtonen	Messukylä	1929	Mutaturve	5.0
44	»	N. Toivonen	Alavus	1930	Savettu sekaturve	5.0
72	»	A. Toppila	»	1929	Savettu mutaturve	5.5
		»		1930		
36	Kk.	K. Lyytinen	Pihtipudas	1929	Mutaturve	4.69
		»		1930		
		»		1931		
		»		1932		
45	Ka.	Pohjois-Savon Kasvinviljelys-koeasema	Maaninka	1929	Savettu mutaturve	5.42
		»		1930		
		—»—		1931		
		—»—		1932		
92	Kk.	T. Salla	Kuolajärvi	1932	Hiekot. mutaturve	4.89
96	Pk.	J. Komonen	Vuoksela	1931	Mutaturve	5.16

[1]) kf:n P_2O_5—% v. 1929 —24 %, 1930 —25 %, 1931 —26 %.

(Jatk. seur. siv.)

Kotkafosfaatin fosforihapolla (kokonais-P_2O_5) on saatu 14 yksivuotisessa heinäkokeessa yhteensä 82 ± 7 prosenttia pienemmillä määrillä sekä 79 ± 8 prosenttia suuremmilla määrillä siitä sadon-

Taulukko 14.

Kokeen N:o	Koevuosi	Maan pH-luku	Koekasvi	Sadon laatu	Aluslannoitus kg ha:lle		Fosfaattilannoitus kg ha:lle				Sato kg ha:lta	
							Pienemmät määrät		Suuremmat määrät		Ilman lannoitusta	Aluslannoituksella
					sa	ks	sf	kf	sf	kf		
60	1929	4.94	Heinä I	Heinää	100	100	144	133	288	266	—	3 900±120
61	1929	5.5	» II	»	100	200	144	100	288	200	—	3 350±560
	1930		» III	»	100	100	—	—	—	—	—	2 250±230
62	1929	5.53	» II	»	100	200	200	170	300	230	—	3 050±420
63	1930	5.75	» III	»	120	200	150	120	300	240	1 550±110	1 950±150
	1931		» IV	»	—	—	—	—	—	—	850± 70	1 100± 70
64	1931	5.18	» II	»	120	200	150	120	300	240	7 300±190	7 200±110
65	1931	4.97	» I	»	120	200	150	120	300	240	3 750±330	3 950±470
66	1931	4.81	» II	»	120	200	150	120	300	240	4 350±250	5 300± 80
67	1930	5.17	» II	»	120	200	—	—	300	275	4 050±250	4 350±200
68	1930	5.17	» II	»	100	200	250	200	—	—	—	2 800±230
19	1931	5.81	» I	»	100	100	200	154	400	308	—	4 300±140
20	1931	5.5	» III	»	100	100	200	154	400	308	—	5 500± 90
21	1931	4.67	» I	»	100	200	200	154	400	308	—	4 900±100
22	1931	5.0	» III	»	100	200	200	150	400	300	—	3 000±230
69	1931	5.06	Kaura	Jyviä	120	200	150	120	300	240	690± 40	800± 60
				olkia							1 200	1 500
70	1931	4.97	»	Jyviä	120	200	150	120	300	240	1 060± 20	1 270± 90
				Olkia							1 150	1 500
71	1931	5.37	»	Jyviä	120	200	150	120	300	240	1 190± 80	1 310± 50
				Olkia							1 900	2 200
73	1930	4.09	»	Jyviä	120	200	150	120	300	240	470± 80	740± 90
				Olkia							900	1 400± 72
	1931		Heinä I	Heinää	—	—	—	—	—	—	2 880±317	3 190±226
74	1929	5.0	Kaura	Jyviä	100	200	—	—	350	275	2 050± 80	2 530± 70
				Olkia							5 700	6 400±217
44	1930	5.0	»	Jyviä	150	200	—	—	300	243	1 200±110	1 830±100
				Olkia							1 150	2 050±272
72	1929	5.5	Vih.kaura	Vih. rehua	100	200	144	100	288	200	—	3 600±250
	1930		Heinä I	Heinää	100	100	—	—	—	—	—	1 750± 70
36	1929	4.69	Kaura	Jyviä	100	200	200	150	400	300	1 180±200	1 400±120
				Olkia							2 200±297	2 200±314
	1930		Heinä I	Heinää	100	200	—	—	—	—	3 500±240	4 100±130
	1931		» II	»	100	200	200	150	400	300	2 550±130	2 950±220
	1932		» III	»	100	200	—	—	—	—	1 460±246	1 860±391
45	1929	5.42	» II	»	100	200	200	150	400	300	6 770±267	7 120±221
	1930		» III	»	100	200	—	—	—	—	7 120±193	7 370±189
	1931		» IV	»	100	200	—	—	—	—	6 940±207	7 160±248
	1932		» V	»	100	200	—	—	—	—	4 774±180	4 998±199
92	1932	4.89	Kaura	Vih. kaura	200	200	200	155	400	310	300± 43	560± 89
96	1931	5.16	»	Jyviä	120	200	150	120	300	240	1 875± 69	2 185± 78
				Olkia							2 080±174	2 320±130

lisäyksestä, joka saatiin vastaavilla määrillä superfosfaatin veteenliukenevaa fosforihappoa. Yksityistapauksissa ovat nämä suhdeluvut vaihdelleet 19 ± 14:sta 182 ± 40:een ja 43 ± 45:stä 121 ± 32:een.

— (*Jatkoa.*)

Fosfaattilannoituksella saadut sadonlisäykset kg ha:lta				Fosfaattilannoituksella saadut sadonlisäykset (kg ha:lta) laskettuina 10 fosforihappokiloa kohti (superfosfaatin vesiliukoista ja thomasfosfaatin sitronahappoliukoista fosforih.)				Kokeen N:o
Pienemmillä määrillä		Suuremmilla määrillä		Pienemmillä määrillä		Suuremmilla määrillä		
super-fosfaattia	kotka-fosfaattia	super-fosfaattia	kotka-fosfaattia	super-fosfaattia	kotka-fosfaattia	super-fosfaattia	kotka-fosfaattia	
600±177	600±192	900±163	700±156	218± 61	188± 60	156± 28	110± 24	60
—	—	1 800±757	1 150±650	—	—	313±132	240±135	61
—	—	1 350±325	1 500±332	—	—	234± 56	313± 69	
1 700±437	1 400±470	1 600±461	1 150±443	425±109	343±115	267± 77	209± 81	62
1 050±474	750±266	1 700±219	1 500±283	350±158	250± 89	283± 36	250± 47	63
500±212	550±139	1 350±221	900± 99	167± 71	183± 46	225± 37	150± 17	
1 000±142	200±149	1 200±211	550±194	333± 47	64± 48	200± 37	88± 34	64
2 450±490	2 300±532	2 900±665	2 200±580	817±163	738±170	483±111	353± 93	65
500±152	950±206	1 200±301	1 400±188	167± 51	304± 66	200± 50	225± 30	66
—	—	500±256	250±256	—	—	83± 42	36± 37	67
1 400±354	1 200±251	—	—	280± 71	240± 50	—	—	68
800±184	400±161	800±417	400±322	200± 46	100± 40	100± 52	50± 40	19
1 350±135	750±150	1 500±266	1 100±127	338± 34	188± 38	188± 33	138± 16	20
600±189	750±149	700±172	850±224	150± 47	188± 37	88± 22	106± 28	21
2 000±305	1 950±255	2 550±312	2 200±231	500± 76	501± 55	319± 39	282± 30	22
1 220± 89	950± 72	1 690± 72	1 380± 72	407± 29	304± 23	282± 12	221± 12	69
1 700±410	1 450±350	2 400±363	1 800±311	567±137	465±112	400± 61	288± 50	
600±108	1 040±201	950±352	1 030±284	200± 36	333± 64	158± 59	165± 46	70
700±115	1 050±184	950±487	1 150±163	233± 38	337± 59	158± 81	184± 26	
130± 71	220± 86	190± 71	130± 78	43± 23	71± 28	32± 12	21± 13	71
750± 66	500± 85	850± 63	700± 77	250± 22	162± 27	142± 11	112± 12	
270±166	280±166	220±108	210±114	90± 55	93± 55	37± 18	35± 19	73
250±121	50±252	100±115	50± 87	83± 40	17± 84	17± 19	8± 14	
790±568	440±507	500±289	160±336	263±189	147±169	83± 48	27± 56	
—	—	520± 94	500±144	—	—	74± 13	76± 22	74
—	—	400±262	500±392	—	—	57± 37	76± 59	
—	—	550±135	650±149	—	—	92± 23	107± 25	44
-	—	300±316	350±281	—	—	50± 53	58± 46	
550±302	500±472	950±430	950±320	220±120	208±197	380±172	198± 67	72
450±131	650±131	750±131	800± 86	156± 45	270± 55	130± 23	167± 18	
1 580±351	1 450±163	2 400±266	2 330±163	395± 88	403± 45	300± 33	324± 23	36
2 600±760	1 550±530	2 900±534	2 900±425	650±190	431±147	363± 67	403± 59	
550±354	700±336	1 300±336	1 150±222	138± 89	195± 93	163± 42	160± 31	
2 900±284	2 650±261	3 300±231	3 300±268	725± 71	679± 67	413± 29	424± 34	
1 340±487	1 140±558	2 160±455	2 260±455	335±122	292±143	270± 57	290± 58	
660±337	430±281	760±248	680±300	165± 84	119± 78	95± 31	94± 42	45
460±316	180±255	780±228	560±286	115± 79	50± 71	98± 29	78± 40	
500±342	540±257	860±270	760±310	125± 85	150± 71	108± 34	106± 43	
336±283	650±211	708±255	818±215	84± 71	180± 59	89± 32	114± 30	
6 640±465	5 290±185	7 180±579	6 160±486	1 660±116	1 310± 46	898± 72	764± 60	92
465±134	175± 93	655±102	480±208	155± 45	56± 30	109± 17	77± 33	96
680±149	210±179	370±226	170±214	227± 50	67± 57	62± 38	27± 34	

Taulukko 15. *Superfosfaatin ja kotkafosfaatin vertailevien kokeiden tulokset kivennäismailta.*

Kokeen N:o	Kokeen järjestäjä	Koetila tai koetilan omistaja	Pitäjä	Koevuosi	Maalaji	Maan pH-luku
75	Ky.	P. Ruski	Mäntyharju	1931	Savimulta	4.98
76	»	K. Mäkelä	Teisko	1931	»	6.05
77	»	M. Koski	Kauhajoki	1931	Hietamulta	5.75
57	Kk.	H. Nevalainen	Valtimo	1929	Savimulta	5.55
		»		1930		
		»		1932		
95	»	Kuolemajärven kunnantila	Kuolemajärvi	1931	Hietamulta	5.14
		—»—		1932		

Taulukko 15.

Kokeen N:o	Koevuosi	Maan pH-luku	Koekasvi	Sadon laatu	Aluslannoitus kg ha:lle		Fosfaattilannoitus kg ha:lle				Sato kg ha:lta	
							Pienemmät määrät		Suuremmat määrät		Ilman lannoitusta	Aluslannoituksella
					sa	ks	sf	kf	sf	kf		
75	1931	4.98	Heinä I	Heinää	100	100	150	115	300	230	—	4 950±100
76	1931	6.05	» II	»	100	100	150	115	300	230	—	5 750±120
77	1931	5.75	» III	»	200	200	150	115	300	230	—	5 200±140
57	1929	5.55	» I	»	200	125	200	150	400	300	4 650± 90	5 700±130
	1930		» II	»	200	125	—	—	—	—	4 400±180	5 600±160
	1932		» IV	»	200	125	—	—	—	—	3 200±145	3 830±145
95	1931	5.14	Kaura	Jyviä	200	150	200	150	400	300	1 820± 80	2 130±110
				Olkia							2 200± 80	2 850±108
	1932		Heinä I	Heinää	200	150	—	—	—	—	1 700±203	2 250±177

Yhteenveto kevätviljalla saatujen kokeiden tuloksista näkyy taulukosta 17.

Keskimäärin on 10 kokeessa kotkafosfaatin fosforihapon vaikutus ollut 87 ± 6 prosenttia pienempiä lannoitemääriä käytettäessä sekä 90 ± 5 prosenttia suurempia lannoitemääriä käytettäessä superfosfaatin fosforihapon vaikutuksesta. Eri kokeissa vaihtelivat vastaavat suhdeluvut 34 ± 15:sta 161 ± 24:ään ja 52 ± 18:sta 171 ± 92:een.

Yhteenveto 2- ja useampivuotisten kokeiden tuloksista näkyy taulukosta 18. 6 kokeessa on keskimäärin pienempiä ja suurempia lannoitemääriä käytettäessä kotkafosfaatin fosforihapon vaikutus ollut ensimmäisenä vuotena 86 ± 13 ja 89 ± 9 prosenttia super-

fosfaatin fosforihapon vaikutuksesta. Kahdelta vuodelta yhteensä ovat vastaavat prosenttiluvut 90 ± 12 ja 91 ± 7. Kotkafosfaatin fosforihapon vaikutus ensimmäisenä vuonna on ollut siis keskimäärin hiukan pienempi, toisena vuonna sitävastoin likipitäen yhtä suuri tai suurempi kuin superfosfaatin fosforihapon vaikutus. Kotkafosfaatin fosforihappo vaikuttaa siis hiukan hitaammin kuin superfosfaatin fosforihappo.

Kahdessa nelivuotisessa kokeessa oli keskimäärin kotkafosfaatin fosforihapon vaikutus 95 ± 9 ja 105 ± 6 prosenttia superfosfaatin fosforihapon vaikutuksesta.

2. Vertailevien kokeiden tulokset kivennäismailta.

Vertailevia kivennäismaiden koetuloksia on ainoastaan 5 kokeesta, joiden yksityiskohtaiset tulokset näkyvät taulukosta 15.

— *(Jatkoa.)*

Fosfaattilannoituksella saadut sadonlisäykset				Fosfaattilannoituksella saadut sadonlisäykset (kg ha:lta) laskettuina 10 fosforihappokiloa kohti (superfosfaatin vesiliukoista ja thomasfosfaatin sitronahappoliukoista fosforih.)				Kokeen N:o
Pienemmillä määrillä		Suuremmilla määrillä		Pienemmillä määrillä		Suuremmilla määrillä		
superfosfaattia	kotkafosfaattia	superfosfaattia	kotkafosfaattia	superfosfaattia	kotkafosfaattia	superfosfaattia	kotkafosfaattia	
350±135	500±172	650±156	750±189	117±45	167±57	108±26	125±32	75
500±124	750±233	750±156	1 000±177	167±41	250±78	125±26	167±30	76
350±166	500±228	500±157	560±244	117±55	167±76	83±26	93±41	77
500±336	500±273	400±214	150±224	125±84	139±76	50±27	21±31	57
500±184	400±184	650±323	450±194	125±46	111±51	81±40	63±27	
400±166	270±205	400±173	290±198	100±42	75±57	50±22	40±28	
160±112	150±142	270±194	280±141	40±28	38±36	34±24	36±18	95
450±169	350±174	600±143	550±275	113±42	90±45	75±18	71±35	
700±233	900±236	950±233	900±236	175±58	230±61	119±29	115±30	

Taulukossa 19 siv. 48 on esitetty yhteenveto näiden kokeiden tuloksista.

Kolmessa kokeessa yhteensä ovat kotkafosfaatin fosforihapon suhdeluvut (superfosfaatti = 100) olleet 146 ± 31 ja 122 ± 19 pienempiä ja suurempia lannoitemääriä käytettäessä. Viidessä kokeessa yhteensä ovat vastaavat suhdeluvut 119 ± 18 ja 102 ± 16. Kotkafosfaatin fosforihappo on siis kovilla mailla vaikuttanut ehkä hiukan paremmin kuin superfosfaatin fosforihappo. Kun otetaan huomioon se, että virheet sadon lisäyksiin verraten ovat olleet varsin suuria, on edellä olevien koetuloksien perusteella kotkafosfaatin ja superfosfaatin fosforihapon vaikutusta pidettävä likipitäen yhtä suurena.

Taulukko 16. *Yhteenveto superfosfaatin ja kotkafosfaatin vertailevien kokeiden ensimmäisen vuoden tuloksista suomailta ja multamailta heinällä.*

Kokeen N:o	Maan pH-luku	10 kg:lla fosforihappoa saadut heinäsadonlisäykset kg ha:lta				Kotkafosfaatin fosforihapolla saatu sadonlisäys % superfosfaatin fosforihapolla saadusta sadonlisäyksestä		Jos otaksutaan että ainoastaan kotkafosfaatin sitronahappoliukoinen fosforihappo on lisännyt satoa olisi tällä sitronahappoliukoisella kotkafosfaatin fosforihapolla saatu sadonlisäys ollut % superfosfaatin vesiliukoisella fosforihapolla saadusta sadonlisäyksestä	
		Pienemmillä määrillä		Suuremmilla määrillä					
		superfosfaattia	kotkafosfaattia	superfosfaattia	kotkafosfaattia	Pienemmillä määrillä	Suuremmilla määrillä	Pienemmillä määrillä	Suuremmilla määrillä
60	4.94	218± 61	188± 60	156± 28	110± 24	86±28	71±15	106±34	87±18
61	5.5	—	—	313±132	240±135	—	77±43	—	95±53
62	5.53	425±109	343±115	267± 77	209± 81	81±27	78±30	100±33	96±37
63	5.75	350±158	250± 89	283± 36	250± 47	72±25	88±17	90±31	110±21
64	5.18	333± 47	64± 48	200± 37	88± 34	19±14	44±17	25±18	57±22
65	4.97	817±163	738±170	483±111	353± 93	90±21	73±19	117±27	95±25
66	4.81	167± 51	304± 66	200± 50	225± 30	182±40	113±15	237±52	147±20
67	5.17	—	—	83± 42	36± 37	—	43±45	—	54±56
68	5.17	280± 71	240± 50	—	—	86±18	—	108±22	—
19	5.81	200± 46	100± 40	100± 52	50± 40	50±20	50±40	65±26	65±52
20	5.5	338± 34	188± 38	188± 33	138± 16	56±11	73± 9	73±14	95±12
21	4.67	150± 43	188± 37	88± 22	106± 28	125±25	121±32	163±33	157±42
22	5.00	500± 76	501± 55	319± 39	282± 30	100±11	88± 9	130±14	114±12
45	5.42	165± 84	119± 78	95± 31	94± 42	51±47	99±44	63±59	122±54
Yht.		3 943±308	3 223±277	2 775±224	2 181±211	82± 7	79± 8	107±10	100±10

Taulukko 17. *Yhteenveto superfosfaatin ja kotkafosfaatin vertailevien kokeiden ensimmäisen vuoden tuloksista suomailta ja multamailta kevätviljalla.*

Kokeen N:o	Maan pH-luku	10 kg:lla fosforihappoa saadut sadonlisäykset rehuyksikköjä ha:lta				Kotkafosfaatin fosforihapolla saatu sadonlisäys % superfosfaatin fosforihapolla saadusta	
		Pienemmillä määrillä		Suuremmilla määrillä			
		superfosfaattia	kotkafosfaattia	superfosfaattia	kotkafosfaattia	Pienemmillä määrillä	Suuremmilla määrillä
36	4.69	491± 86	445± 53	341± 30	371±24	91±11	109± 7
69	5.06	480± 42	369± 42	335± 18	256±16	77± 9	76± 5
70	4.97	225± 31	361± 55	171± 53	184±39	161±24	108±23
71	5.37	98± 20	100± 24	63± 10	46±11	102±24	73±17
72	5.5	88± 48	83± 79	152± 69	79±27	94±88	52±18
73	4.09	96± 47	81± 50	35± 14	60±32	84±52	171±92
74	5.0	—	—	78± 14	82±23	—	105±30
44	5.0	—	—	89± 23	94±24	—	106±27
96	5.16	186± 40	64± 29	107± 17	71±29	34±15	66±27
92	4.89	616± 43	485± 17	332± 27	283±22	79±28	85± 7
Yhteensä		2 280±139	1 988±134	1 703±105	1 526±83	87± 6	90± 5

Taulukko 18. *Yhteenveto 2- ja useampivuotisten superfosfaatin ja kotkafosfaatin vertailevien kokeiden tuloksista suo- ja multamailta heinällä ja kauralla.*

Kokeen N:o	Maan pH-luku	Vuosi	Koekasvi	10 kg:lla fosforihappoa saadut sadonlisäykset rehuyksikköjä ha:lta: Pienemmillä määrillä: superfosfaattia	Pienemmillä määrillä: kotkafosfaattia	Suuremmilla määrillä: superfosfaattia	Suuremmilla määrillä: kotkafosfaattia	Kotkafosfaatin fosforihapolla saatu sadonlisäys % superfosfaatin fosforihapolla saadusta sadonlisäyksestä: Pienemmillä määrillä	Suuremmilla määrillä
61	5.5	1929	Heinä II	—	—	125± 53	96 ±54	—	77±43
		1930	» III	—	—	94± 22	125 ±28	—	133±30
			Yhteensä	—	—	219± 58	221±61	—	101±28
63	5.75	1930	Heinä III	140± 63	100± 35	113± 14	100±19	71±25	89±17
		1931	» IV	67± 28	73± 18	90± 15	60± 7	109±27	67± 8
			Yhteensä	207± 69	173± 39	203± 20	160±20	84±19	78±10
72	5.5	1929	Vih. rehu	88± 48	83± 78	152± 69	79±27	94±89	52±18
		1930	Heinä I	62± 18	108± 22	52± 9	67± 7	174±36	129±13
			Yhteensä	150± 51	191± 81	204± 70	146±28	127 ±54	72±14
36	4.69	1929	Kaura	491± 87	445± 53	341± 32	371±24	91±11	109± 7
		1930	Heinä I	55± 35	78± 37	65± 16	64±12	142±67	98±18
		1931	» II	290± 28	272± 27	165 ± 12	170±14	94± 9	103± 8
		1932	» III	134 ± 49	117± 57	108± 23	116±23	87±42	107±21
			Yhteensä	970±109	912± 90	679± 44	721±38	94± 9	106± 6
45	5.42	1929	Heinä II	66± 34	48± 31	38± 12	38±17	73±47	100±45
		1930	» III	46± 32	20± 28	39± 12	31±16	43±61	80±41
		1931	» IV	50± 34	60± 28	43± 14	42±17	120±56	98±40
		1932	» V	34± 28	72± 24	36± 13	46±12	212±71	128 ±33
			Yhteensä	196± 64	200± 55	156± 26	157±31	102±28	101±20
73	4.09	1930	Kaura	96± 47	82± 51	35± 16	31±17	85±53	89±49
		1931	Heinä I	105± 76	59± 68	33± 19	11±22	56±65	33±66
			Yhteensä	201± 90	141± 85	68± 25	42±28	70±42	62±41
Kaikissa kokeissa yhteensä			Ensimm. v.	881±131	758±117	804± 96	715±72	86±13	89± 9
			Toisena »	335± 96	338± 88	373± 42	358±44	101±26	96±12
			2 vuonna yht.	1 216±163	1 096±146	1 177±105	1 073±84	90±12	91± 7
Kahdessa 4-vuotisessa kokeessa			yhteensä	1 166±127	1 112±105	835± 51	878±50	95± 9	105± 6

Taulukko 19. *Yhteenveto kivennäismaille järjestettyjen superfosfaatin ja kotkafosfaatin vertailevien kokeiden tuloksista.*

Kokeen N:o	Maalaji	Maan pH-luku	Vuosi	10 kg:lla fosforihappoa saadut sadonlisäykset kg heiniä ha:lta — Pienemmillä määrillä: superfosfaattia	Pienemmillä määrillä: kotkafosfaattia	Suuremmilla määrillä: superfosfaattia	Suuremmilla määrillä: kotkafosfaattia	Kotkafosfaatin fosforihapolla saatu sadonlisäys prosenttia superfosfaatin fosforihapolla saadusta sadonlisäyksestä — Pienemmillä määrillä	Suuremmilla määrillä
75	Savimulta ...	4.98	1931	117± 45	167± 57	108±26	125±32	143±49	116±30
76	» ...	6.05	1931	167± 41	250± 78	125±26	167±30	150±47	134±24
77	Hietamulta ..	5.75	1931	117± 55	167± 76	83±26	93±41	143±65	113±50
			Yhteensä	401± 82	584±126	316±45	385±59	146±31	122±19
57	Savimulta ...	5.55	1929	125± 84	139± 76	50±27	21±31	111±61	42±62
			1930	125± 46	111± 51	81±40	63±27	89±41	78±33
			1932	100± 42	75± 57	50±22	40±28	75±57	80±56
			Yhteensä	350±104	325±108	181±53	124±49	93±31	69±27
				ry.	ry.	ry.	ry.		
95	Hietamulta ..	5.14	1931	61± 25	55± 32	47±25	48±17	90±52	102±36
			1932	70± 23	92± 24	48±12	46±12	131±34	96±25
			Yhteensä	131± 34	147± 40	95±28	94±21	112±30	99±22
				ry.	ry.	ry.	ry.		
Kaikissa 5 kokeessa yhteensä				431± 61	511± 77	294±39	298±37	119±18	102±13

3. Yleisiä johtopäätöksiä kotkafosfaatin käyttöarvosta superfosfaattiin verrattuna.

Saadaksemme yleiskâsityksen siitä miten kotkafosfaatti on superfosfaattiin verrattuna tässä julkaisussa selostetuissa kokeissa keskimäärin vaikuttanut esitämme seuraavassa taulukossa 20 eri koeryhmissä saadut keskiarvosuhdeluvut.

Näistä luvuista näkyy, että kotkafosfaatin fosforihappo suomailla on ylipäänsä antanut noin 90 prosenttia siitä sadonlisäyksestä, mikä on saatu superfosfaatin fosforihapolla. Kivennäismailla, joista koetuloksia on vähän, on kotkafosfaatti vaikuttanut suhteellisesti vielä paremmin. Erikoisesti kiinnittyy huomio siihen, että happamilla suomailla, pH pienempi kuin 5.2, on kotkafosfaatin fosforihappo vaikuttanut keskimäärin lähes yhtä hyvin (suhdeluvut 93 ± 7 ja 85 ± 6) kuin superfosfaatin fosforihappo (suhdeluku = 100). Vähän happamilla suomailla — pH yli 5.2 — sitävastoin on kotkafosfaatin fosforihapolla saatu pienempiä lannoitemääriä käytettäessä keskimäärin 86 ± 11 prosenttia ja suuremmilla lannoitemäärillä keskimää-

Taulukko 20. *Kotkafosfaatilla ja superfosfaatilla eri koeryhmissä saatujen sadonlisäysten keskimääräiset suhdeluvut.*

Koeryhmät	Kotkafosfaatin kokonaisfosforihapolla saatu sadonlisäys prosenttia siitä sadonlisäyksestä, joka on saatu vastaavalla määrällä superfosfaatin vesiliukoista fosforihappoa: Pienemmillä lannoitemäärillä; (30—40 kg P_2O_5 ha:lle)	Suuremmilla lannoitemäärillä; (60—80 kg P_2O_5 ha:lle)
Suomailla ja multamailla.		
14:ssa yksivuotisessa kokeessa heinällä yhteensä	82±7	79±8
10:ssa yksivuotisessa kokeessa kauralla yhteensä	87±6	90±5
6:ssä kaksivuotisessa kokeessa kauralla ja heinällä:		
Ensimäisenä vuotena yhteensä	86±13	89±9
Kahtena » »	90±12	91±7
Kahdessa 4-vuotisessa kokeessa heinällä yhteensä	95±9	105±6
Kaikissa 24:ssa yksi- ja useampivuotisessa kokeessa heinällä ja kauralla yhteensä	88±7	88±7
12:ssa kokeessa happamilla soilla (pH alle 5.2) keskimäärin	93±7	85±6
7:ssa kokeessa vähän happamilla soilla (pH yli 5.2) keskimäärin	86±11	74±9
Kivennäismailla.		
5:ssä kokeessa yhteensä	119±18	102±16

Taulukko 21. *Superfosfaatin ja kotkafosfaatin fosforihapon vaikutus eri happamilla suomailla.*

Happamilla suomailla pH alle 5.2: Kokeen N:o	Maan pH-luku	Koe-aika, vuotta	Kotkafosfaatin fosforihapolla saatu sadonlisäys prosenttia superfosfaatin fosforihapolla saadusta sadonlisäyksestä: Pienemmillä määrillä	Suuremmilla määrillä	Vähän happamilla suomailla pH yli 5.2: Kokeen N:o	Maan pH-luku	Koe-aika vuotta	Kotkafosfaatin fosforihapolla saatu sadonlisäys prosenttia superfosfaatin fosforihapolla saadusta sadonlisäyksestä: Pienemmillä määrillä	Suuremmilla määrillä
21	4.67	1	125±25	121±32	71	5.37	1	102±24	73±17
36	4.69	4	94± 9	106± 6	45	5.42	4	102±28	101±20
66	4.81	1	182±40	113±15	72	5.50	2	127±54	72±14
92	4.89	1	79±28	87± 7	20	5.50	1	56±11	73± 9
65	4.97	1	90±21	73±19	62	5.53	1	81±27	78±30
60	4.94	1	86±28	71±15	63	5.75	2	84±19	78±10
70	4.97	1	161±24	108±23	19	5.81	1	50±20	50±40
73	4.09	2	70±42	62±41	Keskimäärin			86±11	74± 9
22	5.00	1	100±11	88± 9					
69	5.06	1	77± 9	76± 5					
96	5.16	1	34±15	66±27					
64	5.18	1	19±14	44±17					
Keskimäärin			93± 7	85± 6					

rin 74 ± 9 prosenttia siitä sadonlisäyksestä, mikä saatiin vastaavilla määrillä superfosfaatin fosforihappoa. Kotkafosfaatti näyttää siis so-

veltuvan happamille maille. Kotkafosfaatin vaikutuksesta happamilla mailla ks. siv. 56—59. Yksityiskohtaiset tulokset superfosfaatin ja kotkafosfaatin vaikutuksesta eri happamilla mailla näkyvät taulukosta 21.

Muutamissa kokeissa happamillakin mailla on superfosfaatti vaikuttanut tuntuvasti paremmin kuin kotkafosfaatti. Vähän happamilla suomailla (pH yli 5.2) on superfosfaatin fosforihapon vaikutus ollut kotkafosfaatin fosforihapon vaikutusta suurempi.

IV. Thomasfosfaatin käyttöarvosta kotkafosfaattiin verrattuna.

1. Vertailevien kokeiden tulokset suomailta.

Thomasfosfaatin ja kotkafosfaatin vertailevien kokeiden yksityiskohtaiset tulokset näkyvät taulukosta 22. Suomaalle heinälle järjestettyjen kokeiden tuloksista on taulukossa 23 esitetty yhteenveto.

8 kokeessa yhteensä on thomasfosfaatin fosforihapolla ensimmäisenä vuonna saatu heinäsadonlisäys pienempiä ja suurempia lannoitemääriä käytettäessä ollut 79 ± 12 ja 77 ± 10 prosenttia

Taulukko 22. *Thomasfosfaatin ja kotkafosfaatin vertailevien kokeiden tulokset suo-, multa- ja kivennäismailla.*

Kokeen N:o	Kokeen järjestäjä	Koetila tai koetilan omistaja	Pitäjä	Koevuosi	Maalaji	Maan pH-luku
78	Ky.	A. Niemelä	Keuru	1929	Savettu mutaturve	5.0
				1930		—
79	»	N. Juusela	Kiukainen	1931	Mutaturve	5.94
19	»	P. Forsström	Lohja	1931	Multa	5.81
20	»	I. Kantala	Sääksmäki	1931	Mutaturve	5.55
21	»	A. Nukari	Hauho	1931	»	4.67
22	»	V. Mässi	»	1931	»	5.0
80	»	I. Kujala	Orivesi	1929	»	4.75
		»		1930		
36	Kk.	K. Lyytinen	Pihtipudas	1929	Savettu mutaturve	4.69
		»		1930		
		»		1931		
		»		1932		
81	Ky.	O. Savio	Akaa	1931	Savettu rahkaturve	5.21
82	»	M. Toivakka	Kauhajoki	1931	Multa	5.25
83	»	J. Ala-Prinkkilä	Alavus	1931	Savettu mutaturve	4.67
44	»	N. Toivonen	»	1930	Savettu sekaturve	5.0
45	Ka.	Pohjois-Savon Kasvinviljelys-koeasema	Maaninka	1929	Savettu mutaturve	5.42
				1930		
				1931		
		»		1932		
75	Ky.	P. Ruski	Mäntyharju	1931	Savimulta	4.98
76	»	K. Mäkelä	Teisko	1931	»	6.05
77	»	M. Koski	Kauhajoki	1931	Hietamulta	5.75
57	Kk.	H. Nevalainen	Valtimo	1929	Savimulta	5.55
		»		1930		
		»		1932		
95	»	Kuolemajärven kunnantila	Kuolemajärvi	1931	Hietamulta	5.14
		—»—		1932		
92	»	T. Salla	Kuolajärvi	1932	Hiekot. mutaturve	4.89
97	»	O. Kohkola	Ylitornio	1932	Mutaturve	—

(Jatk. seur. siv.)

kotkafosfaatin fosforihapolla saadusta sadonlisäyksestä. Vastaavat keskimääräiset suhdeluvut voitaisiin laskea myöskin niiden koeryhmien tuloksista, joissa on verrattu superfosfaattia thomasfosfaattiin ja kotkafosfaattiin. Näissä kokeissa saatiin seuraavat suhdeluvut:

	Pienemmät lannoitemäärät	Suuremmat lannoitemäärät
Thomasfosfaatin fosforihapon vaikutuksen suhdeluku keskim. 35 kokeessa heinällä suomaalla (Taulukko 3) (Superfosfaatti = 100)	66 ± 7	81 ± 5

Taulukko 22.

Kokeen N:o	Koevuosi	Maan pH-luku	Koekasvi	Sadon laatu	Aluslannoitus kg ha:lle		Fosfaattilannoitus kg ha:lle				Sato kg ha:lta	
							Pienemmät määrät		Suuremmat määrät		Ilman lannoitusta	Aluslannoituksella
					sa	ks	tf	kf	tf	kf		
78	1929	5.0	Heinä III	Heinää	75	150	400	300	600	450	—	4 200±170
	1930		» IV	»	—	—	—	—	—	—	—	2 300± 94
79	1931	5.94	» I	»	100	200	256	150	512	300	—	3 850±100
19	1931	5.81	» I	»	100	100	265	154	530	308	—	4 300±140
20	1931	5.55	» III	»	100	100	265	154	530	308	—	5 500± 90
21	1931	4.67	» I	»	100	200	265	154	530	308	—	4 900±100
22	1931	5.0	» III	»	100	200	250	150	500	300	—	3 000±230
80	1929	4.75	Kaura	Jyviä	150	100	300	200	400	266	—	2 480±100
				Olkia								6 800±344
	1930		»	Jyviä	—	—	—	—	—	—	—	1 460±220
36	1929	4.69	»	Jyviä	100	200	260	150	520	300	1 180±200	1 400±120
				Olkia							2 200±297	2 200±310
	1930		Heinä I	Heinää	100	200	—	—	—	—	3 500±240	4 100±130
	1931		» II	»	100	200	260	150	520	300	2 550±130	2 950±220
	1932		» III	»	100	200	—	—	—	—	1 460±246	1 860±391
81	1931	5.21	Kaura	Jyviä	100	200	260	150	520	300	1 080±140	1 250±140
				Olkia							1 900	2 200±118
82	1931	5.25	»	Jyviä	150	200	260	150	520	300	—	3 020± 20
				Olkia							—	3 800±275
83	1931	4.67	Kaura	Jyviä+ olkia	150	100	260	150	520	300	—	5 000± 60
44	1930	5.0	»	Jyviä	150	200	—	—	400	243	1 200±110	1 830±100
				Olkia							1 150	2 050±252
45	1929	5.42	Heinä II	Heinää	100	200	260	150	520	300	6 770±267	7 120±221
	1930		» III	»	100	200	—	—	—	—	7 120±193	7 370±189
	1931		» IV	»	100	200	—	—	—	—	6 940±207	7 160±248
	1932		» V	»	100	200	—	—	—	—	4 774±180	4 998±199
75	1931	4.98	» I	»	100	100	200	115	400	230	—	4 950±100
76	1931	6.05	» II	»	100	100	200	115	400	230	—	5 750±120
77	1931	5.75	» III	»	100	100	200	115	400	230	—	5 200±140
57	1929	5.55	» I	»	200	125	260	150	520	300	4 650± 90	5 700±130
	1930		» II	»	200	125	—	—	—	—	4 400±180	5 600±160
	1932		» IV	»	200	125	—	—	—	—	3 200±145	3 830±145
95	1931	5.14	Kaura	Jyviä	200	150	260	150	520	300	1 820± 80	2 130±110
				Olkia							2 200± 80	2 850±108
	1932		Heinä I	Heinää	200	150	—	—	—	—	1 700±203	2 250±177
92	1932	4.89	Kaura	Vih. kaura	200	200	260	155	520	310	300± 43	560± 89
97	1932	—	Heinä I	Heinää	200	200	260	150	520	300	1 950±188	3 230±195

	Pienemmät lannoitemäärät	Suuremmat lannoitemäärät
Kotkafosfaatin fosforihapon vaikutuksen suhdeluku keskim. 14 kokeessa heinällä suomaalla (Taulukko 16) (Superfosfaatti = 100)	82 ± 7	79 ± 8
Näiden lukujen perusteella thomasfosfaatin fosforihapolle lasketut suhdeluvut kotkafosfaattiin verrattuna (Kotkafosfaatti = 100)	81 ± 9	103 ± 6

— *(Jatkoa.)*

Fosfaattilannoituksella saadut sadonlisäykset kg ha:lta				Fosfaattilannoituksella saadut sadonlisäykset laskettuina 10 fosforihappokiloa kohti (thomasfosfaatin sitronahappoliukoista ja kotkafosfaatin kokonaisfosforihappoa) kg ha:lta				Kokeen N:o
Pienemmillä määrillä		Suuremmilla määrillä		Pienemmillä määrillä		Suuremmilla määrillä		
thomasfosfaattia	kotkafosfaattia	thomasfosfaattia	kotkafosfaattia	thomasfosfaattia	kotkafosfaattia	thomasfosfaattia	kotkafosfaattia	
500±184	700±220	50±614	950±227	83± 31	97± 31	6± 68	88±21	78
500±198	300±143	200±268	600±120	83± 33	42± 19	33± 45	56±11	
550±242	800±135	550±156	950±141	143± 63	205± 35	72± 20	122±18	79
500±220	400±161	650±244	400±322	125± 55	100± 40	82± 31	50±40	19
1 000±192	750±150	1 400±108	1 100±127	251± 48	188± 38	176± 13	138±16	20
400±180	750±149	650±206	850±224	101± 45	188± 37	82± 26	106±28	21
1 300±255	1 950±255	1 750±298	2 200±231	347± 68	501± 55	233± 40	282±30	22
650±288	920±156	850±297	670±104	144± 64	192± 33	142± 49	105±16	80
850±533	1 100±445	950±883	900±346	189±118	224± 91	158±147	141±54	
80±238	80±272	140±234	200±278	18± 53	16± 55	23± 39	31±43	
1 880±225	1 450±163	2 380±398	2 330±163	482± 58	403± 45	303± 51	324±23	36
2 050±388	1 550±530	3 400±700	2 900±425	526± 99	431±147	433± 89	403±59	
1 200±158	700±336	2 200±383	1 150±222	308± 40	194± 93	282± 49	160±31	
2 400±228	2 650±261	3 150±284	3 300±268	615± 59	679± 67	404± 34	424±34	
1 500±495	1 140±558	2 790±491	2 260±455	385±127	292±143	346± 63	290±58	
580±184	580±172	500±166	480±213	149± 47	149± 42	64± 21	62±27	81
750±138	350±160	750±296	350±173	193± 35	90± 41	96± 38	45±22	
360±112	300±171	320±161	300±171	92± 29	77± 44	41± 21	39±22	82
200±364	±0±426	100±374	±0±326	51± 93	±0±109	13± 48	±0±42	
2 000±365	1 400±180	1 500±474	1 900±125	512± 94	358± 46	192± 61	243±16	83
—	—	600±206	650±149	—	—	100± 34	107±25	44
—	—	350±270	350±281	—	—	59± 45	58±46	
150±425	430±281	350±244	680±300	48±109	119± 78	45± 31	94±42	45
680±227	180±255	860±238	560±286	174± 58	50± 71	110± 30	78±40	
660±314	540±257	1 020±281	760±310	169± 80	150± 71	130± 36	106±43	
542±238	650±211	1 066±237	818±215	139± 61	180± 59	137± 30	114±30	
400±156	500±172	550±197	750±189	133± 52	167± 57	91± 33	125±32	75
250±200	750±233	400±184	1 000±177	83± 66	250± 78	66± 31	167±30	76
400±140	500±228	450±396	560±244	133± 47	167± 76	75± 66	93±41	77
550±309	500±273	200±291	150±224	141± 79	139± 76	26± 38	21±31	57
500±340	400±184	400±331	450±194	128± 87	111± 51	51± 43	63±27	
190±212	270±205	320±212	290±198	49± 54	75± 57	41± 27	40±28	
20±194	150±142	90±163	280±141	5± 50	38± 36	12± 21	36±18	95
350±211	350±174	600±165	550±275	90± 54	90± 45	77± 21	71±35	
1 000±248	900±236	2 000±266	900±236	257± 64	230± 61	257± 34	115±30	
4 610±557	5 290±185	4 970±366	6 160±486	1 181±143	1 310± 46	637± 47	764±60	92
—	—	900±362	1 350±400	—	—	115± 46	173±51	97

Taulukko 23. *Yhteenveto suomaalle ja multamaalle heinälle järjestettyjen thomasfosfaatin ja kotkafosfaatin vertailevien kokeiden tuloksista.*

Kokeen N:o	Maan pH-luku	Koevuosi	10 kg:lla fosforihappoa saadut heinäsadonlisäykset kg ha:lta				Thomasfosfaatin sitronahappoon liukenevalla fosforihapolla saatu sadonlisäys prosenttia kotkafosfaatin kokonaisfosforihapolla saadusta sadonlisäyksestä	
			Pienemmillä määrillä		Suuremmilla määrillä			
			kotkafosfaattia	thomasfosfaattia	kotkafosfaattia	thomasfosfaattia	Pienemmillä määrillä	Suuremmilla määrillä
78	5.0	1929	97± 31	83± 31	88± 21	6± 68	86± 32	7±78
		1930	42± 19	83± 33	56± 11	33± 45	197± 79	59±80
		Yhteensä	139± 38	166± 46	144± 24	39± 82	119± 33	27±57
45	5.42	1929	119± 78	48±109	94± 42	45± 31	40± 92	48±33
		1930	50± 71	174± 58	78± 40	110± 30	348±116	141±38
		1931	150± 71	169± 80	106± 43	130± 36	113± 53	123±34
		1932	180± 59	139± 61	114± 30	137± 30	77± 34	120±26
	Yhteensä	3 v.	319±128	391±147	278± 73	285± 57	123± 46	103±20
	»	4 »	499±141	530±159	392± 79	422± 64	106± 32	108±16
79	5.94	1931	205± 35	143± 63	122± 18	72± 20	70± 31	59±16
19	5.81	1931	100± 40	125± 55	50± 40	82± 31	125± 55	164±62
20	5.55	1931	188± 38	251± 48	138± 16	176± 13	134± 25	127± 9
21	4.67	1931	188± 37	101± 45	106± 28	82± 26	53± 24	76±24
22	5.0	1931	501± 55	347± 68	282± 30	233± 40	69± 14	83 ±14
97	—	1932	—	—	173± 51	115± 46	—	66±26
Ensimmäisen vuoden tulokset kaikissa 8 kokeessa yhteensä			1 398±126	1 098±170	1 053± 93	811±106	79± 12	77±10
Yhteensä sekä yksi- että useampivuotisissa kokeissa			1 820±172	1 663±209	1 407±115	1 221±128	91± 11	87± 9

Nämä toisista koesarjoista lasketut suhdeluvut ovat samaa suuruusluokkaa tai ehkä hiukan suurempia kuin edellä selostetuissa 8 kokeessa saadut suhteet. Taulukossa 23 esitettyjä lukuja tarkastettaessa havaitaan, että koeaikaa jatkettaessa paranee thomasfosfaatin vaikutus melkoisesti kotkafosfaattiin verrattuna. Tämä voitaneen tulkita siten, että thomasfosfaatin fosforihappo vaikuttaa keskimääräisesti hitaammin, mutta kauemmin kuin kotkafosfaatin fosforihappo. Kaikissa sekä yksi- että useampivuotisissa kokeissa yhteensä suomaalla heinällä thomasfosfaatin fosforihapon vaikutus ollut 91 ± 11 prosenttia pienempiä määriä käytettäessä 87 ± 9 prosenttia suurempia määriä käytettäessä kotkafosfaatin fosforihapon vaikutuksesta. Yhteenveto kevätviljalle järjestettyjen kokeiden tuloksista näkyy taulukosta 24.

Ensimmäisen vuoden tuloksien mukaan on 6 kokeessa keskimäärin thomasfosfaatin fosforihapolla saatu sadonlisäys ollut 105

Taulukko 24. *Yhteenveto suomaalle ja multamaalle kauralle sekä kauralle ja heinälle järjestettyjen kokeiden tuloksista.*

Kokeen N:o	Maan pH-luku	Vuosi	Kasvi	10 kg:lla fosforihappoa saadut sadonlisäykset rehuyksikköjä ha:lta — Pienemmillä määrillä: kotkafosfaattia	Pienemmillä määrillä: thomasfosfaattia	Suuremmilla määrillä: kotkafosfaattia	Suuremmilla määrillä: thomasfosfaattia	Thomasfosfaatin sitronahappoon liukenevalla fosforihapolla saatu sadonlisäys prosenttia kotkafosfaatin kokonaisfosforihapolla saadusta sadonlisäyksestä: Pienemmillä määrillä	Suuremmilla määrillä
80	4.75	1929	Kaura	216± 36	167± 61	123±18	158±56	77± 28	128 ±45
		1930	»	13± 46	15± 44	26±36	19±33	116±340	73±13
			Yhteensä	229± 58	182± 75	149±40	177±65	80± 33	119±44
36	4.69	1929	Kaura	445± 53	531± 54	371±24	360±49	119± 12	97±13
		1930	Heinä I	78± 37	123± 16	64±12	113±19	158± 20	177±30
		1931	» II	272± 27	246± 24	170±14	162±14	91± 9	95± 7
		1932	» III	117± 57	154± 51	116±23	138±25	132± 40	119 ±22
			Yhteensä	912± 90	1 054± 80	721 ±38	773±60	116± 9	107± 8
92	4.89	1932	Vih. kaura	485± 17	438± 53	283±22	236±17	90± 11	83± 6
81	5.21	1931	Kaura	167± 36	172± 40	63±23	77±20	103± 24	122±32
82	5.25	1931	»	64± 46	90± 33	33±21	37±20	141± 52	112±61
83	4.67	1931	»	143± 18	204± 38	77±24	97± 6	143± 26	126± 8
44	5.0	1930	»	—	—	104±24	98±30	—	94±29
Yhteensä kaikissa kokeissa ensimm. vuonna				1 520± 91	1 604±146	1 054±62	1 063±87	105± 10	101±8
Yhteensä sekä yksi- että ueampivuotisissa kokeissa				2 000±126	2 139±162	1 450±78	1 492±94	107± 8	103± 7

± 10 ja 101 ± 8 prosenttia kotkafosfaatin fosforihapolla saadusta sadonlisäyksestä. Sekä yksi- että useampivuotisissa kokeissa ovat vastaavat suhdeluvut 107 ± 8 ja 103 ± 7. Niiden kevätviljakokeiden keskiarvosuhdeluvuista, joissa on verrattu toisaalta superfosfaattia thomasfosfaattiin ja toisaalta superfosfaattia kotkafosfaattiin voidaan laskea thomasfosfaatin fosforihapon vaikutuksen keskiarvosuhdeluvuiksi 90 ± 7 ja 99 ± 6 kun kotkafosfaatin fosforihapon vaikutus on 100 (vert. taulukot 4 ja 17).

Useampivuotisten kevätviljakokeiden tuloksia (taulukko 24) tarkastettaessa huomataan, että thomasfosfaatin jälkivaikutus on ollut suhteellisesti ehkä hiukan parempi kuin kotkafosfaatin.

2. Vertailevien kokeiden tulokset kivennäismailta.

Kivennäismaille järjestettyjen thomasfosfaatin ja kotkafosfaatin vertailevien kokeiden yksityiskohtaiset tulokset on esitetty taulukossa 22. Yhteenveto näistä tuloksista näkyy taulukosta 25.

Taulukko 25. *Yhteenveto kivennäismaille järjestettyjen thomasfosfaatin ja kotkafosfaatin vertailevien kokeiden tuloksista.*

Kokeen N:o	pH	Maalaji	10 kg:lla fosforihappoa saatu sadonlisäys rehuyksiköitä ha:lta				Thomasfosfaatin fosforihapolla saatu sadonlisäys prosenttia kotkafosfaatin fosforihapolla saadusta sadonlisäyksestä	
			Pienemmillä määrillä		Suuremmilla määrillä			
			kotkafosfaattia	thomasfosfaattia	kotkafosfaattia	thomasfosfaattia	Pienemmillä määrillä	Suuremmilla määrillä
75	4.98	Savimulta	67±23	53±21	50±13	36±13	79±31	72±26
76	6.05	»	100±31	33±26	67±12	26±12	33±26	39±19
77	5.75	Hietamulta	67±30	53±19	37±16	30±26	79±28	81±71
57	5.55	Savimulta 1929..	56±30	56±32	8±12	10±15	101±57	124±181
		1930..	44±20	51±35	25±11	20±17	116±78	80±68
		1932..	30±23	20±22	16±11	16±11	67±72	100±68
		Yhteensä	130±43	127±52	49±20	46±25	98±40	94±51
95	5.14	Hietamulta 1931	55±32	26±44	48±17	29±19	47±80	60±39
		1932	92±24	103±26	46±12	103±14	112±28	224±30
		Yhteensä	147±40	129±51	94±21	132±24	88±35	140±25
		Yhteensä 5 kokeessa	511±75	395±81	297±37	270±47	78±16	91±16

Kuten taulukosta näkyy on kotkafosfaatin fosforihappo yleensä lisännyt satoa enemmän kuin thomasfosfaatin fosforihappo. Kokeita on ollut kuitenkin vähän ja koeaika suhteellisesti lyhyt, minkä vuoksi on mahdollista, että keskiarvo suuremmassa määrässä pitkäaikaisia kokeita olisi tullut thomasfosfaatille ehkä paremmaksi kuin edelläselostetuissa kokeissa.

3. Yleisiä johtopäätöksiä kotkafosfaatin käyttöarvosta thomasfosfaattiin verrattuna.

Kotkafosfaatti on tuote, jota valmistetaan siten, että raakafosfaattia käsitellään puolta pienemmällä rikkihappomäärällä kuin superfosfaatin valmistuksessa. Tästä seuraa, että kotkafosfaattia voitaisiin verrata lähinnä jonkinlaiseen superfosfaatin ja raakafosfaatin seokseen. Tätä käsitystämme tukevat esim. seuraavat analysitulokset, jotka on saatu Maatalouskoelaitoksen maanviljelyskemian ja -fysiikan osastolla kahdesta meille Valtion Rikkihappo- ja superfosfaattitehtaalta sekä Pohjois-Pohjanmaan koeasemalta lähetetystä kotkafosfaattinäytteestä:

	Näyte a	Näyte b
Kokonais-P_2O_5	26.35 %	27.79 %
Veteenliukenevaa P_2O_5	13.43 »	13.59 »
PETERMANN'in sitraattiliuokseen liukenevaa P_2O_5	14.19 »	15.36 »
2 %:een sitronahappoon liukenevaa P_2O_5	20.30 »	21.98 »
Vettä	8.92 »	2.89 »

Kotkafosfaatin kokonaisfosforihaposta on tämän mukaan noin puolet veteen liukenevaa eli siis monokalsiumfosfaattia. Dikalsiumfosfaattia, joka liukenee sitraattiliuokseen, mutta ei veteen, on kotkafosfaatissa hyvin vähän (eroitus sitraattiliukoisen ja vesiliukoisen välillä). Sitraattiliuokseen liukenematon osa kotkafosfaatin fosforihaposta, jota on lähes puolet kokonaisfosforihappomäärästä, on ilmeisesti trikalsiumfosfaattia. Tästä trikalsiumfosfaatista on suuri osa kuitenkin siinä muodossa, että se helposti liukenee 2 %:een sitronahappoon. Vain hiukan vähemmän kuin neljäs osa kotkafosfaatin kokonaisfosforihaposta on sitronahappoon liukenematonta. Osoitteena siitä, että kotkafosfaatti sisältää hapanta monokalsiumfosfaattia voidaan mainita, että kotkafosfaatin vesiliuos samoinkuin superfosfaatinkin on hapan. Eräissä superfosfaatti- ja kotkafosfaattinäytteissä määrättiin seuraavat pH-luvut:

Fosfaatti : vesi sekoitussuhde	Superfosfaatti pH	Kotkafosfaatti pH
1 : 100	2.99	4.22
5 : 100	2.76	3.73
125 : 100	2.12	2.61

Näistä luvuista ilmenee, että kotkafosfaatin happamuus on pienempi kuin superfosfaatin.

Luvussa »Superfosfaatin ja thomasfosfaatin vaikutuksesta happamilla mailla» (siv. 31) on osoitettu, että superfosfaatti on fysiologisesti neutraali lannoite. Tältä perustalta katsoen on kotkafosfaattia pidettävä fysiologisesti lievästi emäksisenä lannoitteena. Kotkafosfaatin kyky pienentää maan happamuutta on kuitenkin katsottava verraten pieneksi eikä sitä missään tapauksessa voida verrata thomasfosfaatin maan happamuutta pienentävään kykyyn.

Saadaksemme yleiskäsityksen kotkafosfaatin käyttöarvosta thomasfosfaattiin verrattuna esitämme seuraavassa taulukossa 26 eri kokeissa saadut keskiarvosuhdeluvut. Tähän taulukkoon olemme ottaneet myöskin epäsuorasti lasketut keskiarvosuhdeluvut, jotka on saatu niistä kokeista, joissa on verrattu superfosfaattia erikseen kotkafosfaattiin ja thomasfosfaattiin.

Taulukko 26. *Kotkafosfaatilla ja thomasfosfaatilla eri koeryhmissä saatujen sadonlisäysten keskimääräiset suhdeluvut.*

Koeryhmät	Thomasfosfaatin sitronahappoon liukenevalla fosforihapolla saatu sadonlisäys prosenttia siitä sadonlisäyksestä, joka on saatu vastaavalla määrällä kotkafosfaatin kokonaisfosforihappoa	
	Pienemmillä lannoitemäärillä (30—40 kg P_2O_5:a ha:lle	Suuremmilla lannoitemäärillä (60—80 kg P_2O_5:a ha:lle
Suomailla ja multamailla.		
Suoranaisesti kokeissa saadut suhdeluvut.		
8:ssä yksivuotisessa kokeessa heinällä yhteensä	79±12	77±10
8:ssa yksi- ja useampivuotisessa kokeessa heinällä yhteensä	91±11	87±9
7:ssa yksivuotisessa kokeessa kevätviljalla yhteensä ..	105±10	101±8
7:ssa yksi- ja useampivuotisessa kokeessa kevätviljalla yhteensä	107±8	103±7
Kaikissa 15 yksi- ja useampivuotisessa heinälle ja kevätviljalla järjestetyssä kokeessa yhteensä	103±7	90±6
Epäsuorasti lasketut suhdeluvut.		
Yhden vuoden tuloksien mukaan heinällä (perustana 14 + 35 koetta vert. taulukot 12 ja 20) keskimäärin	81±9	103±6
Yhden vuoden tuloksien mukaan kevätviljalla (perustana 10+21 koetta vert. taulukot 12 ja 20) keskimäärin	90±7	99±6
Kaikkien koetuloksien mukaan (perustana 55 + 24 koetta vert. taulukot 12 ja 20) keskimäärin	90±3	98±3
Happamilla soilla pH alle 5.2 epäsuorasti laskien keskimäärin (perustana 12 + 31 koetta, taulukot 12 ja 20)	93±5	111±5
Happamilla soilla pH alle 5.2 suoraan laskien keskimäärin 8 kokeessa	96±9	89±11
Vähän happamilla soilla pH yli 5.2 epäsuorasti laskien keskimäärin (perustana 18 + 7 koetta taulukot 12 ja 20)	77±8	101±8
Vähän happamilla soilla pH yli 5.2 suoraan laskien keskimäärin 6 kokeessa	116±24	115±16
Kivennäismailla.		
Keskimäärin 5 kokeessa	78±16	91±16
Epäsuorasti laskien (perustana 15 + 5 koetta taulukot 12 ja 20)	92±14	114±9

Tässä taulukossa esitettyjä keskimääräisiä suhdelukuja tarkasteltaessa havaitaan, että kotkafosfaatin fosforihappo ylipäänsä on lisännyt satoa hiukan enemmän tai ainakin yhtä paljon kuin thomasfosfaatin fosforihappo. Happamilla suomailla pH alle 5.2 on kotkafosfaatin fosforihapolla saatu keskimäärin yhtä suuria sadonlisäyksiä kuin thomasfosfaatin fosforihapolla, jos virherajat otetaan huomioon. Vähän happamilta suomailta on saatu samanlaisia tuloksia.

Kotkafosfaatti on siis varsinkin happamille maille erittäin hyvin soveltuva lannoite. Tähän mennessä saatujen koetulosten mukaan on kotkafosfaatin kokonaisfosforihapon vaikutus ollut keskimäärin sekä happamilla että vähän happamilla mailla ainakin yhtä hyvä kuin thomasfosfaatin sitronahappoon liukenevan fosforihapon.

Tarkastelemme seuraavassa vielä edellä esitettyjen kenttäkokeiden tulosten perusteella mikä vaikutusarvo on laskettava kotkafosfaatin sitronahappoon liukenemattomalle fosforihapolle. Tästä liukenemattomasta fosforihaposta on käytännössä maksettu kuten tunnettua noin $^2/_3$ siitä mitä maksetaan sitronahappoon liukenevasta osasta. Koetamme nyt siis selvittää onko tämän liukenemattoman osan vaikutus likipitäen suhteellinen sen hintaan. Tätä varten esitämme seuraavassa taulukossa 27 suomaalle järjestetyissä kokeissa eri lannoitteilla saatujen sadonlisäysten keskimääräiset suhdeluvut.

Taulukko 27. *Thomasfosfaatin, superfosfaatin ja kotkafosfaatin fosforihapon vaikutus suomailla 79 kokeessa keskimäärin.*

Lannoite ja fosforihapon laatu	Sadonlisäysten suhdeluvut: Happamilla soilla (pH alle 5.2) keskimäärin	Lievästi happamilla soilla (pH yli 5.2) keskimäärin	Kaikissa kokeissa keskimäärin
Superfosfaatin vesiliukoisella P_2O_5:llä	100	100	100
Thomasfosfaatin sitronahappoliukoisella P_2O_5:llä	90±4	71±5	82.5±3
Kotkafosfaatin kokonais-P_2O_5:llä	89±5	80±7	88±5
Kotkafosfaatin koko vaikutus laskettuna vain sitronahappoliukoista P_2O_5:ttä kohti	116±6	104±9	114±6
Kotkafosfaatin sitronahappoon liukenemattoman P_2O_5:n vaikutus likimäärin	63	47	68

Tästä näkyy siis, että superfosfaatin vesiliukoisella fosforihapolla on saatu keskimäärin suurempia sadonlisäyksiä kuin thomasfosfaatin sitronahappoliukoisella fosforihapolla (thomasfosfaatin koko vaikutus on laskettu sitronahappoliukoisen fosforihapon vaikutukseksi). Jos kotkafosfaatin koko vaikutus laskettaisiin samoinkuin thomasfosfaatinkin, johtuvan yksinomaan sitronahappoliukoisesta fosforihaposta, olisi kotkafosfaatin sitronahappoliukoisella fosforihapolla saatu tuntuvasti (n. 30—40 %) suurempia sadonlisäyksiä kuin thomasfosfaatin sitronahappoliukoisella fosforihapolla, ja olisipa tämä kotkafosfaatin sitronahappoon liukeneva fosforihappo lisännyt satoa noin 4—16 % enemmän kuin superfosfaatin vesiliukoinen fosforihappo. Tällainen tulos johtuu ilmeisesti siitä, että kotka-

fosfaatissa lisää satoa myöskin sitronahappoon liukenematon fosforihappo, joten sitronahappoliukoisen fosforihapon vaikutus tulee laskelmissa liian edulliseksi jos sitronahappoon liukenemattomankin fosforihapon vaikutus lasketaan sitronahappoliukoisen fosforihapon hyväksi t. s. jos kotkafosfaatin koko vaikutus laskettaisiin yksinomaan sitronahappoliukoista fosforihappoa kohti. Kotkafosfaatin fosforihaposta on keskimäärin noin 50 % vesiliukoista, noin 27 % veteenliukenematonta mutta 2 %:een sitronahappoon liukenevaa sekä loput 23 % sitronahappoon liukenematonta. Todennäköisintä on, että veteenliukeneva fosforihappo vaikuttaa kotkafosfaatissa samoinkuin superfosfaatissakin. Veteenliukenemattoman mutta sitronahappoon liukenevan fosforihapon vaikutus kotkafosfaatissa voidaan laskelmissa otaksua likimäärin yhtäsuureksi kuin thomasfosfaatin sitronahappoliukoisen fosforihapon vaikutus. Ottaen perustaksi nämä todennäköiset otaksumat voidaan edellä esitetyistä koetuloksista laskea miten kotkafosfaatin sitronahappoon liukenematon fosforihappo on likimäärin lisännyt satoa vesiliukoiseen fosforihappoon verrattuna. Taulukosta 27 näkyy, että kotkafosfaatin sitronahappoon liukenematon fosforihappo on happamilla suomailla (pH alle 5.2) lisännyt satoa noin 63 % ja lievästi happamilla suomailla (pH yli 5.2) n. 47 % sekä kaikissa suomaan kokeissa yhteensä noin 68 % siitä sadonlisäyksestä, mikä saatiin superfosfaatin vesiliukoisella fosforihapolla. Näin ollen on siis osuttu ainakin suomaihin nähden likimäärin oikeaan, kun kotkafosfaatin vaikealiukoisen fosforihapon hinnaksi on laskettu noin $^2/_3$ sitronahappoliukoisen fosforihapon hinnasta. Vaikealiukoinen fosforihappo kotkafosfaatissa on laadultaan samaa kuin Valtion rikkihappo- ja superfosfaattitehtaiden kauppaan laskemassa raakafosfaatissakin. Suomessa tähän asti järjestetyissä kokeissa on tällaisen raakafosfaatin fosforihappo lisännyt satoa suomailla melkoisesti kuten näkyy taulukossa 28 esitetyistä luvuista.

Taulukko 28. *Raakafosfaatin ja superfosfaatin vertailevien kokeiden tuloksia suomailta.*

Kokeen N:o	Maan pH	Koe-aika vuotta	Pienemmillä määrillä (40 kg P_2O_5)		Suuremmilla määrillä (80 kg P_2O_5)		Raakafosfaatin fosforihapolla saatu sadonlisäys % superfosfaatin fosforihapolla saadusta sadonlisäyksestä	
			superfosfaattia	raakafosfaattia	superfosfaattia	raakafosfaattia	40 kg P_2O_5	80 kg P_2O_5
36	4.69	4	3 885±388	2 091±405	5 430±264	3 526±400	54±10	65± 7
45	5.42	4	784±252	704±234	1 248±208	856±280	90±30	69±22
92	4.89	1	2 460±173	1 074±196	2 660±214	1 340±204	44± 8	50± 8
Yhteensä			7 129±490	3 869±507	9 338±399	5 722±530	54± 7	61± 6

Näissä 3 kokeessa on raakafosfaatin fosforihapolla saatu sadonlisäys keskimäärin ollut 54—61 prosenttia superfosfaatin vesiliukoisella fosforihapolla saadusta sadonlisäyksestä. Suuruusluokalleen on siis raakafosfaatin fosforihapon vaikutus ollut sama kuin edellä laskettu kotkafosfaatin vaikealiukoisen fosforihapon vaikutus. Tästä ilmenee, että laskelmamme ovat suurin piirtein oikeaan osuneita. Tähän astiset koetulokset osoittavat siis, että kotkafosfaatin vaikutusarvoa laskettaessa on otettava huomioon myöskin kotkafosfaatin vaikealiukoinen, eikä yksinomaan sitronahappoon liukeneva fosforihappo.

— —

V. Yhteenveto tuloksista.

Tässä julkaisussa on esitetty Suomessa vuosina 1927—1932 järjestettyjen superfosfaatin, thomasfosfaatin ja kotkafosfaatin vertailevien kenttäkokeiden tuloksia. Suurin osa kokeista on ollut lyhytaikaisia, yksi- tai kaksivuotisia. On mahdollista, että ne suhdeluvut, jotka on saatu näiden lyhytaikaisten kokeiden tuloksien perusteella tulevat jonkun verran muuttumaan sitten kun saadaan pidempiaikaisia koetuloksia. Tähän mennessä suoritettujen kokeiden tulosten perusteella voidaan tehdä seuraavat päätelmät:

Superfosfaatti on fysioloogisesti neutraali lannoite, jonka käyttö ei siis lisää eikä myöskään pienennä maan happamuutta. Näin tapahtuu sillä edellytyksellä, että kasvit voivat käyttää hyväkseen superfosfaatissa annettua fosforihappoa. Jos kasvit syystä tai toisesta eivät voi käyttää hyväkseen superfosfaatin fosforihappoa saattaa pitkäaikainen superfosfaatilla lannoittaminen, joka tällöin ei vastaa lainkaan tarkoitustaan, lisätä hiukan maan happamuutta.

Lievästi happamilla suomailla, joiden pH-luku on 5.2 suurempi, on 18:ssä 1—4-vuotisessa kokeessa keskimäärin thomasfosfaatin sitronahappoon liukenevalla fosforihapolla saatu sadonlisäys ollut vain 74 ± 5 prosenttia superfosfaatin veteenliukenevalla fosforihapolla saadusta sadonlisäyksestä.

Happamilla suomailla pH alle 5.2 on 31:ssä 1—6-vuotisessa kokeessa sitä vastoin thomasfosfaatin fosforihappo keskimääräisesti vaikuttanut lähes yhtä hyvin kuin superfosfaatinkin fosforihappo. (93 ± 4 %). Poikkeuksena edellä olevasta on kuitenkin todettu tapauksia, joissa superfosfaatin fosforihappo on happamilla soilla vaikuttanut monivuotisissakin kokeissa tuntuvasti paremmin kuin thomasfosfaatin fosforihappo. Muutamista useampivuotisista kokeista happamilla suomailla saadut tulokset viittaavat siihen, että thomasfosfaatin vaikutus superfosfaattiin verrattuna näyttää parantuvan kokeita jatkettaessa useampia vuosia. Jos thomasfosfaatilla saatujen sadonlisäysten suhdeluvut superfosfaatin vaikutukseen verrattuna lasketaan 2—3 vuotisten koetulosten perusteella, tulevat ne noin 10—15 prosenttia suuremmiksi kuin yksivuotisten koetulosten perusteella lasketut thomasfosfaatin vaikutuksen suhdeluvut.

Vähän happamilla kivennäismailla, pH yli 5.5, on keskimäärin 5:ssä 1—4-vuotisessa kokeessa thomasfosfaatin fosforihapolla saatu sadonlisäys ollut 79 ± 12 prosenttia superfosfaatin fosforihapolla saadusta sadonlisäyksestä.

Happamilla kivennäismailla, pH alle 5.5, on 8:ssa 1–3-vuotisessa kokeessa keskimäärin thomasfosfaatin fosforihapon vaikutus ollut 121 ± 13 prosenttia superfosfaatin fosforihapon vaikutuksesta. Koetuloksista ilmenee edelleen, että kauemman aikaa kokeita jatkettaessa näyttää happamilla kivennäismailla thomasfosfaatin vaikutus superfosfaatin vaikutukseen verrattuna parantuvan.

Thomasfosfaatti on emäksinen lannoite, joka pitkäaikaisesti ja runsaasti käytettynä voi melkoisesti pienentää maan happamuutta. Thomasfosfaatin edullinen vaikutus tulee näkyviin varsinkin happamilla kivennäismailla, pH alle 5.5, mutta myöskin usein happamilla suomailla. Thomasfosfaatin fosforihappo on kokeissa ylipäänsä vaikuttanut hitaammin, mutta kauemmin kuin superfosfaatin fosforihappo.

Kotkafosfaatti on fysioloogisesti lievästi emäksinen lannoite, joka pitkäaikaisesti ja runsaasti käytettynä voi ehkä vähän pienentää maan happamuutta.

Happamilla suomailla, pH alle 5.2, on kotkafosfaatin fosforihappo lisännyt satoa 12:ssa kokeessa keskimäärin 89 ± 5 prosenttia siitä määrästä mikä saatiin superfosfaatin fosforihapolla.

Vähän happamilla suomailla, pH yli 5.2, sitävastoin on 7:ssa kokeessa vastaava keskimääräinen prosenttiluku 80 ± 7.

Happamilla kivennäismailla vaikutti kotkafosfaatin fosforihappo hyvin superfosfaatin fosforihappoon verrattuna. Kivennäismaille järjestettyjen kokeiden tuloksia on ollut ylipäänsä vähän käytettävissä.

Lyhytaikaisten kokeiden tuloksien mukaan on kotkafosfaatin fosforihappo ylipäänsä lisännyt satoa hiukan enemmän tai ainakin yhtä paljon kuin thomasfosfaatin fosforihappo. Kotkafosfaatin vaikutus thomasfosfaattiin verrattuna on sekä happamilla että vähän happamilla mailla ollut samaa suuruusluokkaa. Kotkafosfaatti on siis varsinkin happamille maille erittäin hyvin soveltuva lannoite.

Koeaineisto thomasfosfaatin ja kotkafosfaatin keskinäisen vaikutusarvon selvittämiseksi kivennäismailla on ollut verraten suppea joten suhdeluvut voivat jossain määrin muuttua, kun kivennäismailta saadaan enemmän koetuloksia.

Suomailta saadut koetulokset osoittavat, että kotkafosfaatin vaikealiukoinen, sitronahappoon liukenematonkin fosforihappo on lisännyt satoa, vaikkakaan ei yhtäpaljon kuin sitronahappoon liukeneva fosforihappo. Keskimäärin on suomailla laskelmien mukaan kotkafosfaatin vaikealiukoinen fosforihappo lisännyt satoa noin $^1/_2$ – $^2/_3$ siitä määrästä, mikä on saatu sitronahappoon liukenevalla fosforihapolla.

Kirjallisuusviittaukset.

Crowther, Edvard, M. 1925 — Studies on soil reaction IV. The soil reaction of continuously manured plots at Rothamsted and Woburn. — (The Journal of Agricultural Science **15**, p. 221—231).

Erdman, L. W. 1921 — The Effect of Gypsum on Soil Reaction. — (Soil Science **12**, p. 433—).

Kristensen, M. K. 1913 — Beretning om Forsørg med fosforsyregödninger utførte i Landboforeninger i Jylland 1905—1910. I. Markförsøgene — (Tidskrift for landbrugets Planteavl **20**, p. 24—89).

Krügel, C. ja Retter, N. 1931 — Free acid in Superphosphate — (Superphosphate **4**, p. 247—250).

Teräsvuori, Armo 1930 — Über die Bodenazidität mit besonderer Berücksichtigung des Elektrolytgehaltes der Bodenaufschlämmungen — (Valtion maatalouskoetoiminnan julkaisuja N:o **29**, p. 1—214).

Tuorila, Pauli 1926 — Maanparannuksen ja lannoituksen vaikutuksesta viljeltyjen soittemme happamuuteen sekä tämän ja maan kasvukunnon välisestä suhteesta. — (Suomen Suoviljelysyhdistyksen vuosikirja p. 99—145 taulukko sivu 128).

Wagner, Paul 1921 — Die Düngung der Wiesen nach den Ergebnissen von 4—14 jährigen Versuchen. — (Arbeiten der deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, Heft 308, p. 1—141).

Über den Wirkungswert von Superphosphat, Thomasmehl und Kotkaphosphat

Ergebnisse der Feldversuche von den Jahren 1927—1932

(Referat).

Für diese Untersuchung sind uns die Versuchsresultate der permanenten Versuchsfelder, der Distriktsversuchsstationen, der lokalen Versuchstätigkeit und der Versuchsringe zur Verfügung gestellt worden. Die Resultate von 97 Feldversuchen sind brauchbar gewesen.

Die Versuchsdauer wird aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich:

Anzahl der 1 jährigen Feldversuchen	69
» » 2 » »	18
» » 3 » »	5
» » 4 » »	4
» » 6 » »	1

Die Resultate der einjährigen Versuche wurden veröffentlich, weil diese Versuche nicht längere Zeit fortgesetzt werden konnten. Ausserdem waren die Mehrernten durch Phosphorsäuredüngung in diesen einjährigen Versuchen so gross, dass wir sogar aus den Resultaten dieser Versuche einige Schlussfolgerungen ziehen konnten. Im Falle, dass die Mehrernten verhälltnismässig klein sind, können nur die Resultate von mehrjährigen Versuchen als brauchbar angesehen werden.

In der Tabelle a sind die durchschnittlichen Verhältniszahlen der Mehrerträge durch Superphosphatdüngung und durch Thomasmehldüngung gegeben. Die in den Tabellen gegebenen Fehler sind mittlere Fehler des arithmetischen Mittelwertes.

Das Kotkaphosphat wird von den finnischen staatlichen Schwefelsäure- und Superphosphat-Fabriken in Kotka aus Rohphosphaten durch Behandlung mit Schwefelsäure hergestellt. Dabei verwendet man nur etwa 50 Prozent von denjenigen Schwefelsäuremengen, die bei der Herstellung von Superphosphat zugefügt werden.

Der durchschnittliche Gehalt des Kotkaphosphates an P_2O_5 ist folgende:

wasserlösliche Phosphorsäure (P_2O_5) ca	13—15 %
zitronensäurelösliche Phosphorsäure (P_2O_5) ca	20 »
Gesamtphosphorsäure (P_2O_5) ca	26 »

In der Tabelle b sind die durchschnittlichen Verhältniszahlen der Mehrerträge durch Kotkaphosphatdüngung und durch Superphosphatdüngung gegeben.

Tabelle a. *Durchschnittliche Verhältniszahlen der Mehrerträge durch Superphosphatdüngung und durch Thomasmehldüngung in den in Finnland ausgeführten Feldversuchen.*

Versuchsserien	Mehrerträge durch zitronensäurelösliche Phosphorsäure des Thomasmehls in Prozenten von denjenigen Mehrerträgen, die durch wasserlösliche Phosphorsäure des Superphosphates erzielt worden sind. (Mehrertrag durch P_2O_5 Düngung mit Superphosphat = 100) Kleinere Phosphorsäuremengen (30—40 kg P_2O_5 pro Ha)	Grössere Phosphorsäuremengen (60—80 kg P_2O_5 pro Ha)
Versuche auf Moorböden.		
In 35 einjährigen Versuchen mit Heu durchschnittlich	66±7	81±5
In 21 einjährigen Versuchen mit Hafer durchschnittlich	78±6	89±5
In 19 zweijährigen Versuchen mit Hafen und Heu:		
Resultate vom 1 Jahre Summe	59±5	92±5
» von 2 Jahren »	72±6	98±6
In 8 dreijährigen Versuchen mit Hafer und Heu:		
Resultate vom 1 Jahre Summe	57±7	67±7
» von 2 Jahren »	71±8	77±6
» » 3 » »	73±7	77±6
Auf sauren Moorböden (pH unter 5.2) in 31 Versuchen durchschnittlich	86±5	94±4
Auf wenigsauren Moorböden (pH über 5.2) in 18 Versuchen durchschnittlich	66±7	75±6
In sämtlichen 55 ein- und mehrjährigen Versuchen durchschnittlich	79±3	86±3
Versuche auf Mineralböden.		
In 8 einjährigen Versuchen mit Heu durchschnittlich ..	99±30	96±19
In 7 einjährigen Versuchen mit Hafer durchschnittlich	98±22	109±9
In sämtlichen 15 ein- und mehrjährigen Versuchen durchschnittlich	110±17	116±9
Auf sauren Mineralböden (pH unter 5.5) in 5 Versuchen durchschnittlich	135±29	136±13
Auf wenigsauren Mineralböden (pH über 5.5) in 3 Versuchen durschschnittlich	73±26	72±24

Die Ergebnisse der Versuche mit Thomasmehl und Kotkaphosphat sind aus der Tabelle c ersichtlich.

Aus den Versuchsergebnissen wurden folgende Schlussfolgerungen gezogen.

Das Superphosphat ist ein physiologisch-neutrales Düngemittel. Durch die Superphosphatdüngung wird mithin die Bodenazidität weder verkleinert noch vergrössert. Erst im Falle, dass die Pflanzen gar nicht die Phosphorsäure des Superphosphates ausnützen könnten, wäre durch längjährige und reichliche Superphosphatdüngung eine geringe Vergrösserung der Bodenazidität zu erwarten.

Auf wenig sauren Moorböden (pH über 5.2) in 18 ein- bis vierjährigen Feldversuchen beträgt der Mehrertrag durch zitronensäurelösliche Phosphorsäure des Thomasmehls durchschnittlich 74 ± 5 Prozent von demjenigen Mehrertrag, die durchschnittlich durch die wasserlösliche Phosphorsäure des Superphosphates erzielt wurde.

Tabelle b. *Durchschnittliche Verhältniszahlen der Mehrerträge durch Superphosphatdüngung und durch Kotkaphosphatdüngung in den in Finnland ausgeführten Feldversuchen.*

Versuchsserien	Mehrerträge durch Gesamtphosphorsäure des Kotkaphosphates in Prozenten von denjenigen Mehrerträgen, die durch wasserlösliche Phosphorsäure des Superphosphates erzielt worden sind (Mehrerträge durch P_2O_5-Düngung mit Superphosphat = 100): Kleinere Phosphorsäuremengen (30—40 kg P_2O_5 pro Ha)	Grössere Phosphorsäuremengen (60—80 kg P_2O_5 pro Ha)
Versuche auf Moorböden.		
In 14 einjährigen Versuchen mit Heu durchschnittlich	82±7	79±8
In 10 einjährigen Versuchen mit Hafer durchschnittlich	87±6	90±5
In 6 zweijährigen Versuchen mit Hafer und Heu:		
Resultate vom 1 Jahre Summe	86±13	89±9
» von 2 Jahren »	90±12	91±7
In 2 vierjährigen Veruchen durchschnittlich	95±9	105±6
In sämtlichen 24 ein- und mehrjährigen Versuchen durchschnittlich	88±7	88±7
Auf sauren Moorböden (pH unter 5.2) in 12 Versuchen durchschnittlich	93±7	85±6
Auf wenig sauren Moorböden (pH über 5.2) in 7 Versuchen durchschnittlich	86±11	74±9
Versuche auf Mineralböden.		
In 5 Versuchen durchschnittlich	119±18	102±16

Auf sauren Moorböden (pH unter 5.2) in 31 ein- bis sechsjährigen Feldversuchen hat die Phosphorsäure des Thomasmehls nahezu eben so gut (93 ± 4 %) gewirkt wie die Phosphorsäure des Superphosphates. Nach den Resultaten einiger mehrjährigen Feldversuche scheint die Wirkung der Thomasmehlphosphorsäure im Vergleich zur Superphosphatphosphorsäure zu steigen, wenn die Versuchsdauer länger wird. In einigen sogar mehrjährigen Versuchen hat man jedoch auch auf sauren Moorböden mit der Phosphorsäure des Superphosphates bedeutend grössere Mehrerträge als mit der Phosphorsäure des Thomasmehl erzielt.

Auf wenig sauren Mineralböden, pH über 5.5, hat in 5 ein- bis vierjährigen Versuchen die zitronensäurelösliche Phosphorsäure des Thomasmehls durchschnittlich 79 ± 12 Prozent von denjenigen Mehrerträgen gegeben, die mit der wasserlöslichen Phosphorsäure des Superphosphates erzielt wurden.

Die entsprechende durchschnittliche Prozentzahl in 8 ein- bis dreijährigen Versuchen auf sauren Mineralböden (pH unter 5.5) beträgt 121 ± 13.

Das Thomasmehl ist ein basisches Düngemittel. Durch dauernde Thomasmehldüngung wird die Bodenazidität bedeutend vermindert. Die Thomasmehldüngung hat besonders auf sauren Mineralböden manchmal auch auf sauren Moorböden gut gewirkt. Die Phosphorsäure des Thomasmehls hat in Feldversuchen langsamer aber längere Zeit als die Phosphorsäure des Superphosphates gewirkt.

Tabelle c. *Durchschnittliche Verhältniszahlen der Mehrerträge durch Thomasmehldüngung und durch Kotkaphosphatdüngung in den in Finlannd ausgeführten Feldversuchen.*

Versuchsserien	Mehrerträge durch zitronensäurelösliche Phosphorsäure des Thomasmehls in Prozenten von denjenigen Mehrerträgen, die durch Gesamtphosphorsäure des Kotkaphosphates erzielt worden sind. (Mehrertrag durch P_2O_5-Düngung mit Kotkaphosphat = 100)	
	Kleinere Phosphorsäuremengen (30—40 kg P_2O_5 pro Ha)	Grössere Phosphorsäuremengen (60—80 kg P_2O_5 pro Ha)
Versuche auf Moorböden.		
In 8 einjährigen Versuchen mit Heu durchschnittlich ..	79±12	77±10
In 8 ein- und mehrjährigen Versuchen mit Heu durchschnittlich	91±11	87± 9
In 7 einjährigen Versuchen mit Hafer durchschnittlich	105±10	101± 8
In 7 ein- und mehrjährigen Versuchen mit Hafer durchschnittlich	107± 8	103± 7
Auf sauren Moorböden (pH unter 5.2) in 8 Versuchen durchschnittlich	96± 9	89±11
Indirekt berechnete durchschnittliche Verhältniszahlen für saure Moorböden (pH unter 5.2) (12 + 31 Versuche)	93± 5	111± 5
Auf wenig sauren Moorböden (pH über 5.2) in 6 Versuchen durchschnittlich	116±24	115±16
Indirekt berechnete durchschnittliche Verhältniszahlen für wenig saure Moorböden (pH über 5.2) (7 + 18 Versuche)	77± 8	101± 8
In sämtlichen 15 ein- und Mehrjährigen Versuchen durchschnittlich	103± 7	90± 6
Indirekt berechnete durchschnittliche Verhältniszahlen für 24 + 55 Versuche	90± 3	98± 3
Versuche auf Mineralböden.		
In 5 Versuchen durchschnittlich..........	78±16	91±16
Indirekt berechnete durchschnittliche Verhältniszahlen für 5 + 15 Versuche	92±14	114± 9

Das Kotkaphosphat ist ein fysiologisch-basisches Düngemittel. Seine Anwendung verändert die Bodenreaktion jedoch nur unbedeutend.

Auf sauren Moorböden, pH unter 5.2, gab die Gesamtphosphorsäure des Kotkaphosphates durchschnittlich in 12 Versuchen 89 ± 5 Prozent von denjenigen Mehrerträgen, die mit wasserlösliche Phosphorsäure des Superphosphates erzielt wurden.

Auf wenig sauren Moorböden, pH über 5.2, ist die entsprechende durchschnittliche Prozentzahl in 7 Versuchen 80 ± 7.

Auf sauren Mineralböden hat die Phosphorsäure des Kotkaphosphates gut im Vergleich zur Phosphorsäure des Superphosphates gewirkt.

Nach den Resultaten der bisherigen meistens 1—2 jährigen Feldversuchen hat die Gesamtphosphorsäure des Kotkaphosphates durchschnittlich wenigstens ebensogrosse Mehrerträge gegeben als die zitronensäurelösliche

Phosphorsäure des Thomasmehls. Sowohl auf sauren wie auch nicht sauren Böden war die Wirkung des Kotkaphosphates im Vergleich zur Wirkung des Thomasmehls dieselbe. Kotkaphosphat ist mithin in Finnland besonders für die sauren Böden ein geeignetes Düngemittel.

Das Versuchsmaterial auf sauren Mineralböden ist jedoch ziemlich klein und deswegen wollen wir noch nicht endgültige Schlussfolgerungen für diese Böden ziehen.

Aus den Resultaten der Feldversuche auf Moorböden ergibt sich, dass auch durch die schwerlösliche Phosphorsäure des Kotkaphosphates Mehrerträge erzielt wurden. Werden die durch zitronensäurelösliche Phosphorsäure des Kotkaphosphates erhaltenen Mehrerträge gleich 100 gesetzt, so variieren die Mehrerträge, die mit schwerlösliche (nicht zitronensäurelösliche) Phosphorsäure des Kotkaphosphates erzielt wurden, durchschnittlich zwischen 50 und 70.

—

Koetoimintakirjallisuutta.

Vuoden 1926 alusta ovat valtion maatalouskoetoimintaa käsittelevät julkaisut ilmestyneet kahtena sarjana, joista toinen »Valtion maatalouskoetoiminnan julkaisuja» on tieteellisluontoinen ja toinen »Valtion maatalouskoetoiminnan tiedonantoja» enemmän kansantajuinen. Seuraavassa luettelossa mainitaan paitsi näihin sarjoihin kuuluvia teoksia myös ne vanhemmat maatalouden koe- ja tutkimustoiminta-alaan kuuluvat teokset, jotka ovat ilmestyneet vuoden 1922 jälkeen.

I. Maatalouden koetoiminnan keskusvaliokunnan tiedonantoja:

N:o 1. *Pauli Tuorila:* Valtion varoilla järjestettyjen paikallisten lannoituskokeitten tuloksia vuosilta 1922—1923. Helsinki 1924. Hinta Smk 5: —.

N:o 2. *Vihtori Lähde:* Paikalliset lannoituskokeet vuosina 1922—1924. Koetuloksia ja lannoituksen kannattavaisuuslaskelmia. Helsinki 1925. Hinta Smk 6: —.

N:o 3. *C. A. G. Charpentier:* Laiduntarkastus eräillä tiloilla Suomessa kesällä 1924. Helsinki 1925. Hinta Smk 10: —.

II. Maatalouskoelaitoksen tieteellisiä julkaisuja:

N:o 17. *E. F. Simola:* Juurikasvien viljelyksestä. Koetuloksia naapurimaissa ja maanviljelystaloudellisen koelaitoksen kasviviljelysosastolla tehdyistä juurikasvikokeista. (Referat: Die Wurzelfruchtversuche an der landwirtschaftlichen Versuchsanstalt 1915—1921). Helsinki 1923. Hinta Smk 10: —.

N:o 18. *E. F. Simola:* Untersuchungen über den Einfluss der Grünfuttersamenmischungen auf die Höhe der Ernteerträge und die Beschaffenheit des Grünfutters. Helsinki 1923. Hinta Smk 10: —.

N:o 19. *E. F. Simola:* Maanlaatujen ja maan eri kosteussuhteiden vaikutuksesta eräiden kaura- ja ohralaatujen morfologisiin ominaisuuksiin. (Referat: Der Einfluss der Bodenart und der verschiedenen Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens auf die morphologischen Eigenschaften gewisser Hafer- und Gerstensorten). Helsinki 1923. Hinta Smk 10: —.

N:o 20. *E. F. Simola:* Pellavan jalostuksesta yksilövalintaa käyttämällä. Helsinki 1923. Hinta Smk 4: —.

N:o 21. *E. F. Simola:* Huomioita viljellyn hieta-, savi- ja multamaan kirren sulamisesta Maanviljelystaloudellisella koelaitoksella vuosina 1922 ja 1923. Helsinki 1923. Hinta Smk 2: 50.

N:o 22. *Kaarlo Teräsvuori:* Mittarijärjestelmän käyttämisestä kenttäkokeissa. (Referat: Über die Anwendung des Massparzellensystems bei Feldversuchen). Helsinki 1923. Hinta Smk 10: —.

N:o 23. *Yrjö Hukkinen:* Havaintoja herukan äkämäpunkin (Eriophyes ribis Nal.) esiintymisestä Suomessa. (Referat: Über das Auftreten der Johannisbeeren-Gallmilbe Eriophyes ribis Nal. in Finnland). Helsinki 1923. Hinta Smk 2: 50.

N:o 24. *E. F. Simola:* Maanviljelystaloudellisen koelaitoksen kasviviljelysosaston apilakokeet v. 1919—1923. Helsinki 1924. Hinta Smk 10: —.

N:o 25. *Yrjö Hukkinen:* Tiedonantoja viljelyskasveille vahingollisten eläinlajien esiintymisestä Pohjois-Suomessa. (Referat: Mitteilungen über die Schädlinge der Kulturpflanzen im nördlichen Finnland). Helsinki 1925. Hinta Smk 30: —.

N:o 26. *Ilmari Poijärvi:* Suomalaisen lypsykarjan ravinnontarve käytännöllisten ruokintakokeiden valossa. Helsinki 1925. Hinta Smk 15: —.

III. Maatalouskoelaitoksen maamieskirjasia:

N:o 9. *T. J. Hintikka:* Tuhosieniopas maanviljelijöitä, puu- ja kasvitarhanhoitajia varten. Toinen painos. Helsinki 1924. Hinta Smk 6: —.
N:o 10. *J. Ivar Liro:* Biisamimyyrä, Fiber zibethicus. Helsinki 1925. Hinta Smk 6: —.
N:o 11. *Vilho A. Pesola:* Piirteitä Saksan kasvinjalostustyöstä ja kasvinviljelyskoetoiminnasta. Helsinki 1925. Hinta Smk 10: —.
N:o 12. *Ilmari Poijärvi:* Korjuuajan vaikutus heinäsadon määrään ja laatuun. Kokeita kesän 1924 heinällä. Helsinki 1925. Hinta Smk 10: —.

IV. Maatalouskoelaitoksen tiedonantoja maamiehille:

N:o 73. *T. J. Hintikka:* Omena- ja päärynärupi. Helsinki 1923.
N:o 74. Kasviviljelysosaston kenttäopas kesällä 1923. Helsinki 1923.
N:o 75. *T. J. Hintikka:* Luumujen pussitauti ja sen torjuminen. Helsinki 1924.
N:o 76. *Ilmari Poijärvi:* Kesän 1924 heinäsadon kokoomuksesta sekä sen tuotantoarvon arvioimisesta. Helsinki 1925.
N:o 77. *Ilmari Poijärvi:* Kesän 1925 heinänsadon kokoomuksesta ja sen tuotantoarvon arvioimisesta. (Referat: Om sammansättningen av höskörden sommaren 1925 och bedömandet av dess produktionsvärde). Helsinki 1925.

V. Kasvinsuojelukirjasia:

N:o 1. *J. I. Liro:* Perunasyöpä. 1923.
N:o 2. *J. I. Liro:* Omenahärmästä ja sen vastustamisesta. 1924.
N:o 3. *J. I. Liro:* Koloradokuoriainen uhkaamassa Europan perunaviljelyä. 1925.

I. Valtion maatalouskoetoiminnan julkaisuja:

N:o 1. Ei ole vielä ilmestynyt.
N:o 2. *E. F. Simola:* Maanlaatujen ja kosteussuhteiden vaikutuksesta eräiden viljelyskasvien morfologisiin ominaisuuksiin, satoihin ja vedenkulutukseen. (Referat: Über den Einfluss der Bodenart und der Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens auf die morphologischen Eigenschaften, Ernteerträge und den Wasserverbrauch gewisser Kulturpflanzen). Helsinki 1926. Hinta Smk 20: —.
N:o 3. *E. F. Simola:* Pellavan jalostuksen tuottamia tuloksia. (Referat: Einige Ergebnisse der Leinzüchtung). Helsinki 1926. Hinta Smk 10: —.
N:o 4. *T. Terho:* Tutkimuksia kotimaisten sonnien vaikutuksesta jälkeläistensä maidontuotantoon ja maidon rasvapitoisuuteen I.-L. S. K. 182 Ounaan, L. S. K. 74 Matin ja I. S. K. 25 Pomin suvut. (Referat: Über die Vererbung der Leistungsmerkmale beim finnischen einheimischen Rindvieh). Helsinki 1926. Hinta Smk 25: —.
N:o 5. *E. F. Simola:* Tutkimuksia viljelysmaiden jäätymisestä ja kirren sulamisesta maatalouskoelaitoksella vuosina 1924, 1925 ja 1926. (Referat: Untersuchungen der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt über das Einfrieren des Kulturlandes und das Auftauen des Bodenfrostes in den Jahren 1924, 1925 und 1926). Helsinki 1926. Hinta Smk 10: —.
N:o 6. *Ilmari Poijärvi:* Valmistavia tutkimuksia rehuannoksen suuruuden vaikutuksesta rehujen tuotantoarvoon. (Summary: Preliminary investigations regarding the influence of the size of the ration on the productive value of feeding stuffs). Helsinki 1926. Hinta Smk 10: —.
N:o 7. *C. A. G. Charpentier:* Laiduntarkastus eräillä tiloilla Suomessa kesällä 1925. (Summary: The control of pastures on some farms in Finland (Suomi) in 1925). Helsinki 1926. Hinta Smk 10: —.
N:o 8. *Vilho A. Pesola:* Kevätvehnän keltaruosteen kestävyydestä. (Abstract: On the resistance of spring wheat to yellow rust). Helsinki 1927. Hinta Smk 30: —.
N:o 9. *C. A. G. Charpentier:* Laiduntarkkailu eräillä tiloilla Suomessa kesällä 1926. (Summary: The control of pastures on some farms in Finland (Suomi) in 1926). Helsinki 1927. Hinta Smk 10: —.
N:o 10. *O. Collan:* Tulokset talvikaalikokeista Hinnonmäen puutarhakoeasemalla v. 1923—1925. (Referat: Resultate der Versuche mit Winterkohle an der Gartenversuchsstation Hinnonmäki in den Jahren 1923—25). Helsinki 1927. Hinta Smk. 5: —.

N:o 11. *P. Kokkonen:* Rukiin talvehtimisen ja sen juurien venyvyyden ja venytyskestävyyden välisestä suhteesta. Helsinki 1927. Hinta Smk 10: —.

N:o 12. *V. Lähde:* Paikalliset lannoituskokeet vuosina 1922—1926. (Referat: Die lokalen Düngungsversuche in Finnland in den Jahren 1922—1926). Helsinki 1927. Hinta Smk 25: —.

N:o 13. *Ilmari Poijärvi:* Suomaalla ja kovalla maalla kasvaneiden heinien tuotantoarvo toisiinsa verrattuna. (Summary: Comparison of the productive values of hays from meadows on mineral and peat soils). Helsinki 1927. Hinta Smk 10: —.

N:o 14. *S. Parkku:* Kertomus sikatalouskoeasemalla tehdyistä lihotussikojen tuotantotarkkailukokeista. Helsinki 1927. Hinta Smk 5: —.

N:o 15. *J. Valmari—Toimi Ruokosalmi:* Sokerijuurikkaan sekä lantun ja turnipsin lannoitustarpeesta. (Referat: Über das Düngebedürfnis der Zuckerrübe). Helsinki 1928. Hinta Smk 10: —.

N:o 16. *Solmu Parkku:* Kuorittu maito, kalajauho sekä kasvikunnasta saadut väkirehut valkuaisainetarpeen tyydyttäjinä sikojen ruokinnassa. (Referat: Abgerahmte Milch, Fischmehl und die vegetabilische Kraftfutter als Befriediger des Eiweissbedarfs bei der Schweinefütterung). Helsinki 1928. Hinta Smk 5: —.

N:o 17. *Solmu Parkku:* Kertomus sikatalouskoeasemalla tehdyistä eri sikakantoja vertailevista ruokintakokeista v. 1927. (Referat: Bericht über vergleichende Fütterungsversuche mit verschiedenen Schweinestämmen an der Versuchsstation für Schweinewirtschaft 1927). Helsinki 1928. Hinta Smk 5: —.

N:o 18. *Erik Bruun:* Lypsykauden maidontuotantokäyrään vaikuttavista tekijöistä ja sen muodon periytymisestä itäsuomalaisessa karjassa. (Summary: Factors influencing the lactation curve and the hereditariness of its shape in East Finnish cattle.) Helsinki 1928. Hinta Smk 25: —.

N:o 19. *T. Terho:* Tutkimuksia kotimaisten sonnien vaikutuksesta jälkeläistensä maidontuotantoon ja maidon rasvapitoisuuteen II.-I. S. K. 8 Oivan, I. S. K. 4 Tahvon, I. S. K. 305 Hintsin. L. S. K. 5 Monnin ja L. S. K. 262 Jumbon suvut. (Referat: Über die Vererbung der Leistungsmerkmale beim finnischen einheimischen Rindvieh.) Helsinki 1928. Hinta Smk 30: —.

N:o 20. *E. S. Tomula:* Kotimaisen viljan laatua koskevia tutkimuksia II. (Referat: Untersuchungen über die Beschaffenheit des einheimischen Getreides). Helsinki 1928. Hinta Smk. 15: —.

N:o 21. *E. F. Simola:* Maanlaadun ja lannoituksen sekä kosteuden vaikutuksesta eräiden kaura- ja ohralaatujen morfologisiin vaihteluihin, satoihin ja veden kulutukseen. (Referat: Über den Einfluss der Bodenbeschaffenheit, Düngung und Feuchtigkeit auf die morphologischen Schwankungen, die Erträge und den Wasserverbrauch gewisser Hafer- und Gerstensorten). Helsinki 1929. Hinta Smk 20: —.

N:o 22. *C. A. G. Charpentier:* Laiduntarkkailu eräillä tiloilla Suomessa kesällä 1927. (Abstract: On the pasture husbandry in Finland and the control of the yield of pastures, together with a summary of the results of the pasture control during the years 1924—1927). Helsinki 1929. Hinta Smk 15: —.

N:o 23. *T. J. Hintikka:* Perunasyövän levinneisyydestä eri maissa ja muutamista ilmastollisista seikoista sen saastuttamilla alueilla. (Referat: Über die Verbreitung des Kartoffelkrebses in verschiedenen Ländern sowie über einige klimatischen Faktoren der verseuchten Gebiete). Helsinki 1929. Hinta Smk 20: —.

N:o 24. *E. F. Simola:* Nurmikasvien siemensekoituksista. Maatalouskoelaitoksen kasvinviljelysosastolla vuosina 1923—1928 erilaisilla nurmikasvien siemensekoituksilla suoritettu koe. (Referat: Über Samenmischungen von Wiesenpflanzen). Helsinki 1929. Hinta Smk 10: —.

N:o 25. *C. A. G. Charpentier:* Laiduntarkkailu eräillä tiloilla Suomessa kesällä 1928. (Summary: The control of pastures on some farms in Finland (Suomi) in 1928). Helsinki 1929. Hinta Smk 15: —.

N:o 26. *J. Valmari* ja *Viljo Kanervo:* Kasvien vedenkäyttö ja säätekijät. (Referat: Der Wasserverbrauch der Pflanzen mit Berücksichtigung der Witterungselemente). Helsinki 1930. Hinta Smk 15: —.

N:o 27. *Solmu Parkku:* Kertomus Sikatalouskoeasemalla tehdyistä ruokintakokeista v. 1928. (Referat: Bericht über vergleichende Fütterungsversuche mit verschiedenen Schweinestämmen an der Versuchsstation für Schweinewirtschaft 1928). Helsinki 1930. Hinta Smk 5: —.

N:o 28. *Ilmari Poijärvi* ja *Elsa-Maija Listo:* Suomessa tuotetun lehmänmaidon kokoomuksesta ja lehmien siitä johtuvasta tuotantorehuntarpeesta. (Referat: Über die Zusammensetzung der in Finnland produzierten Kuhmilch und den dadurch bedingten Bedarf der Kühe an Produktionsfutter). Helsinki 1930. Hinta Smk 10: —.

N:o 29. *Armo Teräsvuori:* Über die Bodenazidität mit besonderer Berücksichtigung des Elektrolytgehaltes der Bodenaufschlämmungen. (Selostus: Maan happamuudesta erikoisesti maauutteiden elektrolytipitoisuutta silmälläpitäen). Helsinki 1930. Hinta Smk 30: —.

N:o 30. *E. F. Simola:* Kirsi- ja vajovesisuhteiden tutkimuksia maatalouskoelaitoksella ja osittain myös muualla Suomessa vuosina 1926—1929. (Referat: Bodenfrost- und Senkwasseruntersuchungen). Helsinki 1930. Hinta Smk 15: —.

N:o 31. *Vihtori Lähde:* Heinänurmille vuosittain tai harvemmin annetun lannoituksen vaikutuksesta. Kenttäkoetuloksia vuosilta 1925—1929 ja lannoituksen kannattavuusvertailuja. (Referat: Über die Wirkung und Rentabilität einer alljährlich oder seltener bewerkstelligten Düngung der Grasäcker). Helsinki 1930. Hinta Smk 10: —.

N:o 32. *Lauri Keso:* Kulttuuriteknillisiä maaperätutkimuksia erikoisesti ojaetäisyyttä silmälläpitäen. Viljelyksellisesti tärkeät maalajimme. Ojaetäisyyksien määräämisperusteet. (Referat: Kulturtechnische Bodenuntersuchungen mit besonderer Berücksichtigung der Strangentfernung. Die ackerbaulich wichtigsten Bodenarten Finnlands. Die beim Bestimmen der Strangentfernung angewandten Methoden). Helsinki 1930. Hinta Smk. 45: —.

N:o 33. *E. Kitunen:* Rikkaruohojen hävittäminen kemiallisin keinoin. Selostus vuosina 1926—1929 suoritetuista kokeista. (Referat: Unkrautbekämpfung durch chemische Mittel). Helsinki 1930. Hinta Smk. 15: —.

N:o 34. *C. A. G. Charpentier*: Laiduntarkkailu eräillä tiloilla Suomessa kesällä 1929. (Sammandrag: Beteskontroll på ett antal gårdar i Finland sommaren 1929). (Summary: The control of pastures on some farms in Finland (Suomi) in 1929). Helsinki 1930. Hinta Smk 15: —.

N:o 35. *Ilmari Poijärvi:* Korjuuajan vaikutus heinäsadon määrään ja laatuun. Kokeita kesien 1925 ja 1926 heinillä. Helsinki 1931. Hinta Smk. 15: —.

N:o 36. *Viljo Vainikainen:* Erilaisten kantakirjalehmien vasikoitten käytöstä itäsuomalaisissa karjoissa. (Referat: Über die Ausnutzung der Kälber verschiedenartiger Stammbuchkühe in den ostfinnischen Viehbeständen). Helsinki 1931. Hinta Smk. 15: —

N:o 37. *E. F. Simola:* Perunakokeet maatalouskoelaitoksen kasvinviljelysosastolla vuosina 1920—1930. (Referat: Kartoffelbauversuche der Abteilung für Pflanzenbau der landwirtschaftlichen Versuchsanstalt in den Jahren 1920—1930). Helsinki 1931. Hinta Smk. 15: —

N:o 38. *Solmu Parkku:* Kertomus sikatalouskoeasemalla tehdyistä eri sikakantoja vertailevista ruokintakokeista vuosina 1929—1930. (Referat: Bericht über vergleichende Fütterungsversuche mit verschiedenen Schweinestämmen an der Versuchstation für Schweinewirtschaft 1929 und 1930). Hinta Smk. 10: —.

N:o 39. *Vilho A. Pesola:* Kotimaisen viljan laatua koskevia tutkimuksia III. (Referat: Untersuchungen über die Beschaffenheit des einheimischen Getreides III). Helsinki 1931. Hinta Smk. 20: —.

N:o 40. *P. Kokkonen:* Tutkimuksia kuivatuksen aiheuttamasta turvekerrosten painumisesta I. (Referat: Untersuchungen über die durch die Entwässerung verursachte Senkung der Torfschichten). Helsinki 1931. Hinta Smk. 15: —.

N:o 41. *C. A. G. Charpentier:* Laiduntarkkailu eräillä tiloilla Suomessa kesällä 1930. (Sammandrag: Beteskontroll på ett antal gårdar i Finland sommaren 1930). (Summary: The control of pastures on some farms in Finland (Suomi) in 1930). Helsinki 1931. Hinta Smk 15: —.

N:o 42. *Pauli Tuorila—Armo Teräsvuori:* Über die Bestimmung von Kali, Kalk, Phosphorsäure und Kieselsäure in organischen Substanzen. (Selostus: Kalin, kalkin, fosforihapon ja piihapon määräämisestä organisissa aineissa). Helsinki 1932. Hinta Smk 10: —.

N:o 43. *Vilho A. Pesola:* Vehnän jalostustyöstä ja sen tuloksista maatalouskoelaitoksen kasvinjalostusosastolla. (Referat: Die Weizenzüchtung der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Finnlands, Abt. für Pflanzenzüchtung, und ihre Ergebnisse.) Helsinki 1932. Hinta Smk. 15: —.

N:o 44. *Y. K. Koskinen:* Perunan laatukokeiden tuloksia vuosilta 1920—1930. Helsinki 1932. Hinta Smk 15: —.

N:o 45. *A. J. Rainio:* Untersuchungen über ein Fäulnisbakterium der Tomatenfrüchte. (Bacillus aroideae, Townsend). (Selostus: Tutkimuksia tomaattien hedelmien mädättäjäbakteerista). Helsinki 1932. Hinta Smk 10: —.

N:o 46. *A. Hilli:* Perunasyövän (Synchytrium endobioticum [schilb.] perc.) leviämisen syistä Suomessa ja ulkomailla. (Abstract: The reasons of the spread of potato wart in Finland and abroad). Helsinki 1932. Hinta Smk 30: —.

N:o 47. *E. S. Tomula:* Kotimaisen viljan laatua koskevia tutkimuksia V. (Referat: Über die Verbesserung der Backfähigkeit des einheimischen Weizens durch einige Chemikalien). Helsinki 1932. Hinta 10: —.

N:o 48. *Veikko Laurila:* Kotimaisen viljan laatua koskevia tutkimuksia IV. Helsinki 1932. Hinta 10: —.

N:o 49. *C. A. G. Charpentier:* Laiduntarkkailu eräillä tiloilla Suomessa kesällä 1931. Helsinki 1932. Hinta Smk. 15: —.

II. Valtion maatalouskoetoiminnan tiedonantoja:

N:o 1. *A. J. Rainio:* Hedelmäpuiden syöpä (Nectria galligena Bres.). Helsinki 1926. Hinta Smk 1: 50.

N:o 2. *Niilo A. Vappula:* Hallaperhonen (Cheimatobia brumata L.). Helsinki 1926. Hinta Smk 1: 50.

N:o 3. *Niilo A. Vappula:* Niitty-yökön (Charaeas graminis) toukka eli n. s. niittymato ja sen torjuminen. Helsinki 1926. Hinta Smk 1: 50.

N:o 4. *J. Listo:* Kääpiöohrakärpänen (Chlorops pumilionis Bjerk.). Helsinki 1926. Hinta Smk 1: 50.

N:o 5. *J. Listo:* Kahukärpänen (Oscinella frit L.). Helsinki 1926. Hinta Smk 1: 50.

N:o 6. *Juho Jännes:* Koeviljelysyhdistysopas (myös ruotsiksi). Helsinki 1927. Hinta Smk 5: —.

N:o 7. *J. I. Liro:* Perunasyöpä. Helsinki 1927. Hinta Smk 1: 50.

N:o 8. *E. A. Jamalainen:* Rukiin korsinoki. Helsinki 1927. Hinta Smk 1: 50.

N:o 9. *A. J. Rainio:* Hedelmäpuiden muumiotauti. Helsinki 1927. Hinta Smk 1: 50.

N:o 10. *Vihtori Lähde:* Paikallisten lannoitus- ja kasvilaatukokeiden suorittamisohjeita (myös ruotsiksi). Helsinki 1928. Hinta Smk 5: —.

N:o 11. *Yrjö Hukkinen:* Peltokasvipölytin »Puhuri», uusi käytännöllinen keino kasvituhoojia vastaan (myös ruotsiksi). Helsinki 1928. Hinta Smk 1: 50.

N:o 12. *C. A. G. Charpentier:* Laiduntarkkailu, sen päämäärä ja järjestely (myös ruotsiksi). Helsinki 1928. Hinta Smk 5: —.

N:o 13. Valtion paikalliskoetoimintakursseilla Helsingissä huhtikuun 13 ja 14 p:nä 1928 pidettyjä esitelmiä. Helsinki 1928. Hinta Smk. 5: —.

N:o 14. *Vihtori Lähde:* Paikallisten lannoituskokeiden suunnitelma vuonna 1929 (myös ruotsiksi). Helsinki 1929. Hinta Smk. 5: —.

N:o 15. *Vilho A. Pesola:* Maatalouskoelaitoksen kasvinjalostusosasto Jokioisissa kesällä 1929. Kenttäopas. Helsinki 1929. Hinta Smk —: —.

N:o 16. *Vihtori Lähde:* Paikallisten lannoituskokeiden suunnitelma vuonna 1930 (myös ruotsiksi). Helsinki 1930. Hinta Smk 5: —.

N:o 17. *J. Listo:* Omenanlehtikirppu. (Psylla mali Schmidb.). Helsinki 1930. Hinta Smk 2: —.

N:o 18. *Ilmari Poijärvi:* Tuloksia AIV-rehulla suoritetuista kokeista. Helsinki 1930. Hinta Smk. 3: —.

N:o 19. *O. Meurman:* Lasikankaan, tavallisen lasin ja U-lasin antamat tulokset Lounais-Suomen kasvinviljelys- ja puutarhakoeaseman lämminlavakokeissa 1930. Helsinki 1930. Hinta Smk. 5: —.

N:o 20. *Vihtori Lähde:* Paikallisten lannoituskokeiden suunnitelma vuonna 1931 (myös ruotsiksi). Helsinki 1931. Hinta Smk. 5: —.

N:o 21. *Vilho A. Pesola:* Toivo-ruis. Helsinki 1931. Hinta Smk. 3: —.

N:o 22. *O. Meurman:* Tulokset avomaan kurkkukokeesta v. 1930 ja Selostus porkkanalaatukokeen tuloksista v. 1930 Lounais-Suomen kasvinviljelys- ja puutarhakoeasemalla (myös ruotsiksi). Helsinki 1931. Hinta Smk 3: —.

N:o 23 ja 24. *E. F. Simola:* Rehukaalin viljelyksestä (myös ruotsiksi). *Ilmari Poijärvi:* Rehukaalin kokoomuksesta ja tuotantoarvosta. Helsinki 1931. Hinta Smk 5: —.

N:o 25. *Vilho A. Pesola:* Kauralaatukokeitten tuloksia maatalouskoelaitoksen kasvinjalostusosastolta. Helsinki 1931. Hinta Smk 5: —.

N:o 26. *Vilho A. Pesola:* Muutamia tuloksia peltoherneellä suoritetuista kenttäkokeista. Helsinki 1931. Hinta Smk 5: —.

N:o 27. *O. Meurman*: Peltokasviviljelyskokeiden tuloksia Lounais-Suomen kasvinviljelys- ja puutarhakoeasemalla v. 1930. Helsinki 1931. Hinta Smk 5: —.
N:o 28. *Aarne Tainio*: Kiinteiden koekenttien koesuunnitelmat v. 1931. Helsinki 1931. Hinta Smk. 5: —.
N:o 29. *G. Rosendal:* Eräitä tuloksia ohralaatukokeista. Helsinki 1931. Hinta Smk. 5: —.
N:o 30. *E. F. Simola:* Rehukaalin ja eräiden juurikasvien vertailevat viljelyskokeet maatalouskoelaitoksen kasvinviljelysosastolla vuonna 1931. Helsinki 1931. Hinta Smk 3: —.
N:o 31. *Arvo Silvola:* Kauralaatukokeiden tuloksia maatalouskoelaitoksen kasvinjalostusosastolla vv. 1928—1931. Helsinki 1932. Hinta Smk. 1: 50.
N:o 32. *Veikko Laurila:* Eräitä tuloksia ohran laatukokeista maatalouskoelaitoksen kasvinjalostusosastolla Jokioisissa. Helsingissä 1932. Hinta 3: —.
N:o 33. *Onni Pohjakallio:* Paikallisten lannoituskokeiden suunnitelma vuonna 1932 Helsingissä 1932. Hinta Smk. 5: —.
N:o 34. *Gunnar Gauffin:* Tuloksia eräistä maatalouskoelaitoksen kasvinjalostusosastolla suoritetuista nurmikasvikokeista vv. 1930—1931. Helsingissä 1932. Hinta Smk. 5: —.
N:o 35. *Veikko Laurila:* Maatalouskoelaitoksen kasvinjalostusosaston perunakokeet vuosina 1928, 1930 ja 1931. Helsingissä 1932. Hinta Smk. 3: —.
N:o 36. *Ilmari Poijärvi:* Kuorittu maito lypsylehmien rehuna. Helsinki 1932. Hinta Smk 3: —.
N:o 37. *S. Parkku:* Sikatalouskoeasemalla tehtyjen eri sikakantoja vertailevien kokeiden tulokset v:lta 1931. Helsinki 1932. Hinta Smk 3: —.
N:o 38. *I. Poijärvi:* Kananpoikasten kasvatuskokeita. Helsinki 1932. Hinta Smk 3: —.
N:o 39—40. *Onni Pohjakallio:* Paikalliset syysviljan oraiden pintalannoituskokeet vuosina 1928—1931 (myös ruotsiksi). — *O. Meurman:* Syysvehnälaatukokeiden tuloksia Lounais-Suomen kasvinviljelys- ja puutarhakoeasemalla vuosina 1929—1931. Helsinki 1932. Hinta Smk 3: —.
N:o 41. *Niilo A. Vappula:* Peltokasvien tuholaiset v. 1931. Helsinki 1932. Hinta Smk. 3: —.
N:o 42. *O. Meurman:* Porkkanalaatukokeet Lounais-Suomen koeasemalla v. 1931. Hämeenlinna 1932. Hinta Smk 3: —.
N:o 43. *Aarne Tainio:* Kiinteiden koekenttien koesuunnitelmat v. 1932. Helsinki 1932. Hinta Smk. 5: —.
N:o 44. *Solmu Parkku:* Lihotussikojen laidunkokeet sikatalouskoeasemalla vuosina 1927—1931. Helsinki 1932. Hinta Smk 3: —.
N:o 45. *E. F. Simola:* Suomen maataloudellinen koetoiminta. Hämeenlinna 1932. Hinta Smk 5: —.
N:o 46. *V. Lähde:* Valtion maatalouskoetoiminta Viipurin yleisessä maatalousnäyttelyssä 1932. Hämeenlinna 1932. Hinta Smk 10: —.
N:o 47. *Ilmari Poijärvi:* AIV-rehun valmistuksessa syntyvistä ainetappioista. Helsinki 1932. Hinta Smk 3: —.

Edellämainituista teoksista on »Tiedonantoja maamiehille» ja »Kasvinsuojelukirjasia» tilattavissa Maatalouskoelaitokselta, os. Tikkurila. Muita saa postiennakkoa vastaan Valtioneuvoston julkaisuvarastosta, os. Helsinki.

Sarjojen ulkopuolella julkaistu:

Onni Pohjakallio: Paikalliset lannoituskokeet vuosina 1926—1930; yleiskokeet (Maatalouden koetoiminnan keskusvaliokunta). Monistettu Helsinki 1931. Ei ole myytävänä.